



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

## PRÓLOGO

Esquel, JFP 2016. Seguramente con esta sigla serán recordadas las Jornadas Forestales Patagónicas 2016 en todo el sector vinculado al quehacer forestal. Las JFP 2016 son el fruto de un largo trabajo en equipo de muchas instituciones y personas con iniciativa, compromiso y buenos proyectos. Este equipo es consciente de que existen en el sector forestal las capacidades para transformar con una adecuada actividad forestal realidades sociales, económicas y ambientales que afectan a la región patagónica. Sólo que en muchos casos, todavía se deben demostrar. Ese es el espíritu de las JFP 2016, *“De la teoría a la práctica forestal”*.

Las JFP 2016 fueron un desafío desde el inicio de su organización en diciembre de 2014. Es la convergencia de tres espacios técnicos científicos que se harán uno solo, demostrando con más fuerza la unidad: las V Jornadas Forestales, luego de su última edición en 1995, las III Jornadas Forestales de Patagonia Sur, tres años después de Calafate y Ecofuego II, dando continuidad a los eco eventos, que desde 2005 al 2012 abordaron diferentes temática de actualidad.

Las JFP 2016 también tienen una novedad, un importante espacio a cielo abierto dedicado a las escuelas y la comunidad, con diversas actividades que pretenden demostrar que lo forestal es una herramienta para generar bienestar, trabajo y riqueza.

Aquí están las Actas. Los trabajos y las propuestas, fruto de las investigaciones y las tareas técnicas de estos últimos años. Ahora necesitamos discutir cómo podemos hacer realidad las ideas para mejorar y defender nuestros bosques y su comunidad. Manos a la obra.



Dr. Ing. Ftal. Carlos Buduba  
Presidente Comisión Ejecutiva  
JFP 2016

## Comité Organizador



Subsecretaría de Bosques  
Ministerio de la Producción  
**Gobierno del Chubut**



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación



## Patrocinantes



SECRETARÍA de CIENCIA  
TECNOLOGÍA e INNOVACIÓN PRODUCTIVA  
de la PROVINCIA de CHUBUT



## Auspiciantes



## **Comité Organizador**

### **Presidente**

Carlos Buduba (Municipalidad de Esquel, UNPSJB, INTA)

### **Organización General**

Antequera, Silvio	(UNPSJB)
Baroli, Carlos	(UNPSJB)
Carabelli, Francisco	(UNPSJB)
Davel, Miguel	(CIEFAP, UNPSJB)
Jovanovski, Alejandro	(CIEFAP, UNPSJB)
Melzner, Guillermo	(Ministerio de Agroindustria)
Picco, Omar	(UNPSJB)
Rago, Pablo	(COMAIFO)
Salvador, Gustavo	(INTA, UNPSJB)
Schinelli, Teresa	(INTA)
Tejera, Luis	(INTA)

### **Coordinación Financiera**

Villalobo, Débora (FUNDFAEF)

### **Coordinación Prensa y Difusión**

Guasch, Trinidad (INTA)

## **Muestra Forestal Activa**

### **Coordinación**

Rago, Pablo (COMAIFO)

### **Responsables**

Barroetaveña, Carolina	(CIEFAP, UNPSJB)
Codesal, Patricia	(Municipalidad de Esquel)
Cordone, Vicente	(ISET)
Davel, Miguel	(CIEFAP, UNPSJB)
Gallo Mendoza, Lucas	(INTA)
Gómez, Cecilia	(UNPSJB)
La Manna, Ludmila	(UNPSJB)

Massone, Diego	(UNPSJB)
Melzner, Guillermo	(Ministerio de Agroindustria Nación)
Pantaenius, Pedro	(CIEFAP, UNPSJB)
Quinteros, Pamela	(CIEFAP)
Roveta, Rodrigo	(Ss Bosques Chubut)
Salvador, Gustavo	(INTA, UNPSJB)
Schinelli, Teresa	(INTA)
Taccari Leonardo	(UNPSJB)
Tejera, Luis	(INTA)

### **Coordinación Muestra y Concurso Productos de Madera**

Jovanovski, Alejandro	(CIEFAP, UNPSJB)
Zapata, Claudia	(CIEFAP)

### **Coordinación Concurso y Exposición Fotográfica**

Miglioli, Jorge	(Profesional independiente)
-----------------	-----------------------------

#### **Responsable**

Castro, Juan	(Fotógrafo Profesional)
--------------	-------------------------

### **Coordinación Salidas a Campo**

Baroli, Carlos	(UNPSJB)
Mondino, Víctor	(INTA)

### **Colaboradores generales**

Delgado Allen, Pedro	(FUNDFAEF)
Tarabini, Manuela	(UNPSJB)
Gómez, Federico	(UNPSJB)
Vogel, Braian	(UNPSJB)
Rodriguez, Candela	(UNPSJB)
Apablaza, Diego	(UNPSJB)
Jones, Cecil	(UNPSJB)
Paz, Melanie	(UNPSJB)

Noli, Pedro (UNPSJB)  
Concha, Mailén (UNPSJB)  
Fortunati, Federico (UNPSJB)  
Freeman, Guillermo (UNPSJB)  
Morelli ,Pablo (UNPSJB)  
Rúa, Irma (UNPSJB)  
Jara, Andrés (UNPSJB)  
Nahuelmir, Jonas (UNPSB)  
Calfín, Gustavo (UNPSJB)  
Mariño, Facundo (UNPSJB)  
Williams, Raúl (UNPSJB)  
Davies, Daiana (UNPSJB)  
Miselli, Noelia (UNPSJB)  
Millacán, Tamara (UNPSJB)  
Marchand, Débora (UNPSJB)  
Colinecul, Nazareno (UNPSJB)  
Reyes, Joana (UNPSJB)  
Giles, Paula (UNPSJB)  
Vasquez, Agustín (UNPSJB)  
Harris, Margarita (ISET)  
Hermosilla, Romina (ISET)  
Underwood, Glenis (ISET)  
Jaramillio, Graciela (ISET)  
Pichiñán, Alejandro (ISET)  
Díaz, Cristian (ISET)  
Crettón, Alexis (ISET)

## Comité Científico

### *V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur*

Presidente

**Mario Juan Pastorino** (CONICET, INTA)

Comisión 1. Ecología de bosques naturales y cultivados

Coordinación científica: **Pablo Peri** (CONICET, UNPA, INTA)

Coordinación ejecutiva: **Ludmila La Manna** (CONICET, UNPSJB)

Comisión 2. Bosque, sociedad y desarrollo

Coordinación científica y ejecutiva: **Francisco Carabelli** (UNPSJB)

Comisión 3. Política forestal patagónica

Coordinación científica y ejecutiva: **Javier Grosfeld** (CONICET, UNCo)

Comisión 4.1. Producción forestal sustentable. Bosque natural

Coordinación científica: **Guillermo Martínez Pastur** (CADIC)

Coordinación ejecutiva: **Natalia Vallejos** (SENASA)

Comisión 4.2. . Producción forestal sustentable. Bosque cultivado

Coordinación científica: **Miguel Davel** (CIEFAP, UNPSJB)

Coordinación ejecutiva: **Marcela Schiappacassi** (SENASA)

Comisión 5. Valor agregado de la producción forestal

Coordinación científica: **Alejandro Martínez Meier**

Coordinación ejecutiva: **Gustavo Salvador** (INTA, UNPSJB)

### **Integrantes**

Ivana L. Amico

Alejandro Aparicio

Héctor A. Bahamonde

Carolina Barroetaveña

José Bava

Carlos Buduba

Gonzalo Caballé

Ricardo Casaux

Luis M. Chauchard

Alejandro Dezzotti

Cecilia Gomez

Alejandro Jovanovski

Ludmila La Manna

Andrés S. Martínez Von Ellrich

Fidel A. Roig

Verónica Rusch  
Hernán Schiaffini  
Rosina Soler  
Santiago A. Varela  
José Villacide  
Axel von Müller

## Comité Científico

### *Ecofuego II*

Presidente

**Guillermo Defossé**

#### Integrantes

Lucas Bianchi  
María del Carmen Dentoni  
Marcela Godoy  
Dante Guglielmin  
Omar Picco  
Florencia Urretavizcaya  
Cecilia Ciámpoli  
Ezequiel Marcuzzi  
Miriam Muñoz

## Ejes Temáticos

Comisión 1. Comportamiento del fuego y alerta temprana

Coordinación Ejecutiva: **María del Carmen Dentoni** (UNPSJB) y **Dante Guglielmin** (SNMF, UNPSJB) Comisión 2.

Comisión 2. Ecología del fuego, restauración de ecosistemas disturbados por fuego y quemas prescriptas

Coordinación Ejecutiva: **Guillermo Defossé** (CIEFAP, UNPSJB) y **Florencia Urretavizcaya** (CIEFAP, UNPSJB)

Comisión 3. Organizaciones de manejo del fuego (aspectos legislativos, sociales y económicos)

Coordinación Ejecutiva: **Omar Picco** (UNPSJB)

Comisión 4. Problemática de interfase (aspectos técnicos, sociales y económicos)

Coordinación Ejecutiva: **Cecilia Ciámpoli** (SNMF) y **Marcela Godoy** (CIEFAP, UNPSJB)

## INDICE GENERAL

### V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur

#### COMISIÓN 1. ECOLOGÍA DE BOSQUES NATURALES Y CULTIVADOS

Manejo de bosques y recursos hídricos	
<i>Iroumé A</i> .....	3
Biodiversidad y manejo del bosque: cómo simplificar lo complejo sin perderse en el intento	
<i>Rusch V, Vila A, Marqués V</i> .....	4
Plantas, microorganismos y nitrógeno: actores clave para entender la descomposición de hojarasca en el bosque	
<i>Vivanco L</i> .....	9
Grupos funcionales del sotobosque de lenga de Chubut bajo uso ganadero: un análisis preliminar	
<i>Quinteros CP, Bava JO, Defossé GE</i> .....	15
Adaptabilidad a la sequía del ciprés de la cordillera: variabilidad entre orígenes en los mecanismos de resistencia a la sequía	
<i>Sergent AS, Fernandez ME, Dalla-Salda G, Varela S, Diez JP, Pastorino MJ, Rozenberg P, Martinez-Meier A</i>	20
Diversidad y funcionamiento de ecosistemas: estudio integrado del efecto del uso forestal de la lenga sobre la microbiota y la degradación de la madera	
<i>Silva PV, Gallo AL, Romano GM, Greslebin AG (ex aequo)</i> .....	26
Variación temporal y espacial de la humedad de suelo y las raíces finas en bosques de ñire bajo uso silvopastoril en la Patagonia sur	
<i>Bahamonde HA, Sosa Lobato S, Gesto E, Martínez Pastur G, Lencinas MV, Soler R, Peri PL</i> .....	33
Producción de semillas en bosques de lenga con distintos manejos silvícolas en Tierra del Fuego: análisis de 14 años después de la cosecha forestal	
<i>Barrera MD, Cellini MJ, Lencinas MV, Soler R, Martínez Pastur G</i> .....	38
Modelos de área foliar para ciprés y coihue: herramienta base para la conducción de bosques mixtos	
<i>Caselli M, Loguercio GA, Urretavizcaya MF, Defossé GE</i> .....	44
Efecto de la luminosidad y la disponibilidad hídrica sobre la supervivencia y el crecimiento inicial de renovales de ciprés de la cordillera y coihue	
<i>Caselli M, Urretavizcaya MF, Loguercio GA, Defossé GE</i> .....	45
Relación entre el índice de área foliar y el crecimiento en rodales mixtos de ciprés de la cordillera y coihue	
<i>Caselli M, Loguercio GA, Urretavizcaya MF, Defossé GE</i> .....	46
Respuesta de la regeneración natural de ñire a la exclusión de herbívoros nativos y domésticos en Tierra del Fuego	
<i>Cena ME, Soler R, Martínez Pastur G, Cellini JM</i> .....	47
Revisión de experiencias de restauración en plantaciones de pinos en la Patagonia Andina	
<i>de Paz M, Raffaele R, Gobbi ME</i> .....	48
Efecto de los frutos en las tasas de descomposición de la hojarasca de especies leñosas de los matorrales del NO de la Patagonia	
<i>de Paz M, Gobbi ME, Raffaele E</i> .....	53
¿Es la densidad de especies un indicador ambiental de manejo de las plantaciones forestales?: evaluación en un paisaje de la Patagonia	
<i>Dezzotti A, Mortoro A, Sbrancia R, Attis Beltrán H</i> .....	54
Presentación de un proyecto de conservación del ecosistema relictual de sauce criollo en el río Agrío (Neuquén)	
<i>Dezzotti A, Mortoro A, Chauchard L, Velásquez A, Sbrancia R, Mele U, Attis Beltrán H, Martínez AHM,</i>	

<i>Montes E, Hidalgo F</i> .....	55
Dinámica de comunidades de plantas vasculares después de un incendio en el sur de Patagonia	
<i>Dragomir RE, Soler R, Martínez Pastur G, Lencinas MV</i> .....	56
Adaptación y adaptabilidad de poblaciones naturales argentina de raulí en caracteres cuantitativos de hojas	
<i>Duboscq Carra V, Letourneau F, Pastorino MJ</i> .....	57
Comunidades fúngicas asociadas a la rizósfera de raulíes implantados bajo bosque nativo y plantaciones, y su potencial aplicación como bioindicadoras	
<i>Fernández NV, Marchelli P, Tenreiro R, Chaves S, Fontenla S</i> .....	58
Características físico-químicas y mesofauna de la ceniza volcánica depositada en 1960 y 2011 en un bosque de coihue-caña colihue (Norpatagonia)	
<i>Ferreiro NA, Satti P, Mazzarino MJ</i> .....	59
Cambios en la degradación de restos leñosos de lenga como consecuencia del uso forestal en Chubut	
<i>Gallo AL, Silva PV, Greslebin AG</i> .....	60
Cambio en los componentes de la madera de lenga a lo largo del proceso de degradación	
<i>Gallo AL, Moretto A, Greslebin AG</i> .....	61
Hacia el rescate genético del sauce criollo en Patagonia	
<i>Gallo L, Martínez AHM, Bozzi J, Amico I</i> .....	62
Variación de la densidad de parejas nidificantes de rayadito en bosques de ñire sometidos a diferentes tipos de manejos en el oeste de Chubut	
<i>García Betoño MI, Lomagno V, Casaux R</i> .....	63
Descomposición y liberación de nutrientes de raíces finas de ñire en Patagonia Sur	
<i>Gargaglione V, Bahamonde H, Peri PL</i> .....	64
Los “polizontes” que viajan con la madera: una revisión de detecciones en la ciudad de Esquel y alrededores	
<i>Gomez CA</i> .....	65
Insectos asociados a eucaliptos: relevamiento en el Partido de Puan (Buenos Aires), situación actual	
<i>Gómez P, Real Ortellado M, Bussetti A</i> .....	66
Densidad de parejas nidificantes de golondrina patagónica en bosques de ñire del Oeste de Chubut sometidos a diferentes tipos de manejo	
<i>Lomagno VE, García Betoño MI, Bava JO, Casaux RJ</i> .....	71
Los artrópodos del suelo y el sotobosque, ¿pueden dar indicios del manejo forestal?	
<i>Manzo R, Rago M, Gönc R, Rizzuto S, Orellana IA, Urretavizcaya MF, Gonda H</i> .....	72
Ensayo de siembra aérea de pehuén con helicóptero en el área Moquehue, Provincia de Neuquén	
<i>Mazzuchelli M, Sanguinetti J, Catalán M, Gonzalez Musso R, Ceballos E, Szychowski A, Dominguez A</i> .....	73
Muerte apical de pinos en Patagonia argentina: identificación molecular del agente etiológico	
<i>Monges JJ, Rajchenberg M, Pildain MB</i> .....	74
Frecuencia de especies de sauces en las cuencas de los ríos Chubut y Futaleufú	
<i>Orellana IA, Amico IL, Bonansea TB</i> .....	75
Aportes al control de las invasiones de sauces en la Provincia de Chubut	
<i>Orellana IA, Amico IL, Jovanovski A</i> .....	76
Comunidad de plantas leñosas en riberas de áreas urbanizadas: estudio de caso en el A° Esquel (subcuenca del río Percy, Argentina)	
<i>Papazian G, Kutschker AM, Rovere AE</i> .....	77
Enfoque de servicios ecosistémicos para la planificación del uso de los bosques de ñire de Santa Cruz	
<i>Peri PL, Ormaechea S, Lencinas MV, Bahamonde H, Soler R, Gargaglione V, Rosas Y, Martínez Pastur G</i> .....	78
La importancia del bosque pantanoso costero de la Araucanía para la conservación de epífitas trepadoras	

<i>Pincheira J, Hernández C</i> .....	79
Vigilancia específica de <i>Lymantria dispar</i> en la Argentina	
<i>Pombo MJ, Sesin M, Couto VA, Ciarla MV, Maly L, Mendy M</i> .....	80
Efecto del tamaño de claros de dosel sobre variables microclimáticas y humedad del suelo en un bosque de ñire en Patagonia Chilena	
<i>Promis A, Cruz G, Galindo N</i> .....	81
Composición florística y experiencias de germinación en claros del bosque de lenga degradados por uso ganadero	
<i>Quinteros CP, Bava JO, Defossé GE</i> .....	82
Respuesta inicial de la comunidad de plantas vasculares a tratamientos de residuos silvícolas en forestaciones de la cuenca Futaleufú, Chubut	
<i>Rago MM, Lederer NS, Defossé GE, Urretavizcaya MF</i> .....	83
Hongos agaricoides como bioindicadores de manejo forestal de lenga en la Provincia del Chubut	
<i>Romano GM, Greslebin AG, Lechner BE</i> .....	84
Efectos del manejo forestal de lenga sobre la comunidad de hongos agaricoides en la Provincia del Chubut	
<i>Romano GM, Greslebin AG, Lechner BE</i> .....	85
Ácaros oribátidos en bosques de lenga intervenidos forestalmente	
<i>Ruiz EV, Silva VP, Gallo AL, Romano GM, Greslebin AG</i> .....	86
Impactos de invasiones de coníferas exóticas en Patagonia sobre la diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae)	
<i>Sasal Y, Paritsis J, Dimarco RD, Quintero C, Barrios García MMN, Martínez A, Rodríguez Cabal MA, Nuñez MA</i> .....	87
Detritos en bosques de lenga en Patagonia, Argentina: cantidad y variedad en áreas con y sin uso forestal	
<i>Silva PV, Monges JI, Gallo AL, Ruiz EV, Greslebin AG</i> .....	88
Uso forestal de la lenga en Patagonia, Argentina: ¿afecta la abundancia de los basidiomicetes lignícolas?	
<i>Silva PV, Ruiz EV, Gallo AL, Romano GM, Greslebin AG</i> .....	89
Condiciones ambientales de micrositio post-aprovechamiento que determinan el establecimiento de la regeneración natural de coihue, raulí y roble pellín	
<i>Sola G, El Mujtar V, Attis Beltrán H, Chauchard L, Gallo LA</i> .....	90
Variación genética neutral y adaptativa en poblaciones de lenga en un gradiente hídrico	
<i>Soliani C, Azpilicueta MM, Mondino V, Dalla Salda G, Arana MV, Marchelli P</i> .....	91
Efecto de impactos sufridos por bosques de ñire del noroeste de la Provincia de Chubut sobre la estructura de las comunidades de aves asociadas	
<i>Szulkin-Dolhatz D, García Betoño MI, Darrieu C, Casaux R</i> .....	92
Plantaciones de pino ponderosa: influencia en el enriquecimiento de suelos en ambientes susceptibles a la degradación	
<i>Tarabini MM, Gomez FA, Buduba CG, Rostagno CM, La Manna LA</i> .....	93
Floración, semillazón y potencial reproductivo en bosques de guindo en Tierra del Fuego	
<i>Toro Manríquez M, Soler R, Lencinas MV, Promis A, Martínez Pastur G</i> .....	94
Especies de plantas vasculares indicadoras características de bosques puros y mixtos de <i>Nothofagus</i> en paisajes de costa y montaña de Tierra del Fuego	
<i>Toro Manríquez M, Soler R, Martínez Pastur G, Huertas Herrera A, Mestre L, Promis A, Lencinas MV</i> .....	95
Evaluación temporal del cambio en parámetros de estructura de dosel y transmisión de radiación solar al interior de distintos bosques de <i>Nothofagus</i>	
<i>Toro Manríquez M, Soler R, Promis A, Lencinas MV, Martínez Pastur G</i> .....	96
Variación interanual de la regeneración en bosques puros y mixtos de <i>Nothofagus</i> en ambientes naturales de costa y montaña de Tierra del Fuego	
<i>Toro Manríquez M, Lencinas MV, Soler R, Huertas Herrera A, Cellini JM, Promis A, Martínez Pastur G</i> .....	97

Adaptación y plasticidad fenotípica en lenga en el contexto del cambio climático: un proyecto en ciernes <i>Torres AD, Aparicio AG, Azpilicueta MM, Mondino VA, Schinelli Casares T, Martínez Pastur G, Muñoz O, Aubone M, Pastorino MJ</i> .....	98
Influencia de la competencia sobre el crecimiento individual de especies de bosque mixto y matorral en el N.O. de la Patagonia argentina <i>Varela S, Diez JP, Rusch V, Ivancich H</i> .....	99
Diversidad de aves en relictos y bosques continuos de ñire en Santa Cruz, Argentina <i>Vettese ES, Peri PL, Orellana I</i> .....	103
Comparación ecológica de bosques relictos de ñire con bosques continuos a similares latitudes en Santa Cruz, Argentina <i>Vettese ES, Peri PL, Orellana I</i> .....	104

## COMISIÓN 2. BOSQUE, SOCIEDAD Y DESARROLLO

El bosque como un fenómeno biocultural diverso: hacia una integración de enfoques en la construcción de formas de relación futuras <i>Capparelli A</i> .....	107
La creciente preocupación ambiental, ¿agrega valor al bosque? <i>Gowda JH</i> .....	114
El valor cultural y ecológico de las plantas combustibles en dos comunidades rurales de la estepa de Chubut <i>Morales D, Molares S, Ladio A</i> .....	120
Sitio Piloto Bosque Andino Patagónico: un estudio de caso del Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación <i>Raffaele E, Moreyra AE, Finster G, Franzese J, Grosfeld J, Caracotche S, Arosteguy C, von Mueller A, Postler V, Oddi F</i> .....	125
Los modelos de desarrollo forestal para el sector de la agricultura familiar en norpatagonia <i>Stecher G, Valtriani A</i> .....	130
El modelo productivo forestal sobre las Comunidades de Pueblos Originarios: producción, cultura y tradición <i>Zalazar G, Trípodí N, Stecher G, Fernandez JC</i> .....	135
Aprendizaje al aire libre: el bosque, sus funciones y el uso sostenible <i>Amico I, Antiman C, Codesal P</i> .....	142
Forestaciones de reparo para productores de la agricultura familiar en las comunidades de Lago Rosario y Sierra Colorada <i>Amico I, Coussirat B, Matthiess W, Recalde J</i> .....	143
Análisis del plan de manejo de la Reserva Natural Urbana Laguna la Zeta bajo la visión de la gestión integrada de los recursos hídricos <i>Araque AK, López SM, Paris M</i> .....	149
“Reserva Forestal Loma del Medio - Río Azul” El desafío de elaborar un plan de manejo de uso múltiple en el marco de la ley de bosques <i>Basil JG, Rusch V, Antocci V, Cobelo C, Letourneau F, Ayesa J, Umaña F, Sarasola M, Ancalao M, Claps L, de Agostini N, Cuevas J</i> .....	150
La opinión de ciudadanos de Esquel y de otras comunidades de la provincia de Chubut sobre el rol social y económico de los bosques <i>Carabelli FA</i> .....	151
La huella ecológica aplicada al análisis de la relación hombre-naturaleza en comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia <i>Carabelli FA, Forti LL, Baroli CA</i> .....	152
Bases para mejorar acciones de gestión de recursos forestales en un predio del noroeste	

cordillerano de Chubut con producción diversificada	
<i>Carabelli FA, Figueroa M, Giordana G, Monges J, Oliva E, Olivo Mainetti V, Schiappacassi M, Vallejos N...</i>	157
Diseño de un plan de conservación para el Bosque de Pehuenes de Primeros Pinos, Provincia de Neuquén	
<i>Carrizo C, Martínez AHM</i> .....	162
Planificación de manejo forestal multifuncional de los bosques comunales del norte de la Provincia de Neuquén	
<i>Castañeda MS, Muñoz O, Loguercio G, Monte CB, Mateo P, Stecher G, Fariña M</i> .....	163
Evaluación del riesgo de caída de árboles en áreas recreativas de la Patagonia	
<i>Chauchard L</i> .....	164
Parcelas agroforestales en el Norte de la Provincia de Neuquén	
<i>Godoy MM, Muñoz OA, Defossé GE</i> .....	165
Ensayos de asistencia a la regeneración natural en un bosque bajo manejo, propiedad de una comunidad indígena	
<i>González Peñalba M, Lara AM, Clerici C, Fernández M, Lozano L, Pastorino MJ, Azpilicueta MM, Martínez AHM</i> .....	166
Diferentes escenarios para la gestión y conservación de los bosques de ñire de Tierra del Fuego: un enfoque de los modelos de estados y transiciones	
<i>Huertas Herrera A, Toro Manríquez M, Soler R, Lencinas MV, Peri PL, Benitez J, Rosas YM, Martínez Pastur G</i> .....	167
Dinámica espacio-temporal de la productividad primaria neta de la cubierta forestal de la Patagonia argentina	
<i>Huertas Herrera A, Peri PL, Martínez Pastur G</i> .....	168
Actualización de la clasificación de tipos forestales y cobertura del suelo de la región Bosque Andino Patagónico	
<i>Mohr Bell DA, Díaz GM, Lencinas JD</i> .....	169
<i>Chusquea quila</i> y <i>Chusquea culeou</i> (Bambusoideae): etnobotánica de dos especies multipropósito	
<i>Molares S, Rovere A</i> .....	174
Reforestación con lengas en el Cerro Otto de Bariloche: una experiencia comunitaria de restauración ecosistémica	
<i>Pastorino MJ, Sebastián B, Barbero FA</i> .....	175
Plan de gestión para la Reserva Provincial Río Engaño: propuesta técnico-institucional	
<i>Postler VB, Farías C, Novella MM</i> .....	176
Análisis económico de las labores forestales en Patagonia Andina	
<i>Salvador GM, Claps LL, Melzner G, Varela S</i> .....	177
Impacto socioeconómico de la cadena forestal en la zona andina de Patagonia Norte	
<i>Salvador GM, Claps LL, Melzner G (ex aequo)</i> .....	178
Plantas ornamentales comercializadas en una ciudad colindante al PN Los Alerces: atributos de selección e implicancias para la conservación	
<i>Silva Sofrás FM, Molares S, Hechem V</i> .....	179
Fitotratamiento en el Parque Industrial de Trelew: factibilidad de plantaciones con riego de efluentes industriales	
<i>Sotto AD, Marinkovic RO, González CC, Silva C, Guerrero D</i> .....	180
Metodología para la cuantificación de material leñoso en plantaciones forestales	
<i>Tula E, Geronimo R, Stecher G, Uribe J</i> .....	181

### COMISIÓN 3. POLÍTICA FORESTAL PATAGÓNICA

Ley de Bosques: avances y retrocesos	
<i>Giardini H</i> .....	184
La aplicación del sistema de valor a la planificación del desarrollo de las cadenas	

forestointerindustriales de Salicáceas ubicadas en Patagonia Norte	
<i>Aguerre M, García J, Denegri G, Acciaresi G</i> .....	189
Las forestaciones como motor del desarrollo económico de la Patagonia Andina Central	
<i>Defossé GE</i> .....	194
Referencias a la conservación de la biodiversidad en la legislación forestal de las provincias nord-patagónicas y la nación	
<i>Picco OA, Gonzalez MA</i> .....	199
Ordenamiento, manejo y conservación de los bosques de <i>Nothofagus</i> : el uso de marcadores moleculares como herramienta de decisión	
<i>Azpilicueta MM, Marchelli P, Soliani C, Sola G, El Mujtar V, Gallo LA</i> .....	206
Legislación ambiental de la Argentina y de sus provincias sobre la producción forestal	
<i>Minaverri C, Matranga R, Macrini M</i> .....	207
Manejo forestal de los bosques juveniles en Tierra del Fuego	
<i>Paredes D, Ojeda J, Farina S, Parodi M</i> .....	208
Actividad forestal en los bosques nativos de Tierra del Fuego, Argentina	
<i>Parodi M, Paredes D, Ojeda J, Farina S</i> .....	209
Política forestal en apoyo a la implementación de sistemas silvopastoriles en bosque nativo de Patagonia	
<i>Peri PL, Mónaco M, Azcona M, Borrás M, Páez A</i> .....	210

#### COMISIÓN 4. PRODUCCIÓN FORESTAL SUSTENTABLE

Fundamentos ecológicos del manejo sustentable del bosque nativo: desafíos, objetivos y enfoques de estudio	
<i>Amoroso MM</i> .....	213
Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia	
<i>Bava JO</i> .....	215
Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: evaluación por métodos acústicos en árboles en pie, trozas y tablas	
<i>Caballé G, Santaclara Estevez O, Diez JP, Gonda H, Martínez Meier A</i> .....	222
Influencia de los daños por guanaco y abióticos sobre el crecimiento de la regeneración en bosques cosechados de lenga en Tierra del Fuego	
<i>Cellini JM, Barrera MD, Lencinas MV, Soler R, Peri PL, Martínez Pastur G</i> .....	227
Efecto de un raleo selectivo y un raleo por lo bajo sobre el crecimiento de un bosque secundario de lenga en Tierra del Fuego, Chile	
<i>Cruz Madariaga GE, Rodríguez C F</i> .....	232
Intensidad de poda en plantaciones silvopastoriles de álamos en valles irrigados de Patagonia Norte	
<i>Davel MM, Arquero DE</i> .....	237
Implementación de raleos de alta estabilidad en bosques secundarios de lenga en Tierra del Fuego: de la teoría a la práctica	
<i>Favoretti S, Paredes D, Parodi M, Martínez Pastur G</i> .....	242
Comparación de la disponibilidad de agua de lluvia entre plantaciones con y sin manejo silvopastoril	
<i>Gomez FA, Tarabini MM, Buduba CG, La Manna L</i> .....	247
Efecto de la densidad sobre el crecimiento en un rodal de pino ponderosa y pino Jeffrey en Neuquén: resultados de 17 años de manejo	
<i>Gonda HE, Cortés GO, Bava JO, Loguercio G</i> .....	252
Monitoreo de rodales mixtos de raulí, roble pellín y coihue bajo manejo	
<i>González Peñalba M, Lara AM, Lozano LG, Clerici CG, Fernández MM</i> .....	257
Bio-prospección de hongos y bacterias con actividad bio-controladora contra <i>Phytophthora austrocedri</i>	
<i>Marfetán JA, Greslebin A, Vélez ML</i> .....	263

Viverización del Ciprés de la Cordillera: influencia del contenido hídrico y de fósforo en la etapa de establecimiento	
<i>Massone DS, Martucci AA, Bartoli CG, Pastorino MJ</i> .....	268
Mejoramiento genético de pino Oregón: evaluación de huertos semilleros de progenie y estrategias de manejo	
<i>Mondino VA, Aparicio AG, Martinez-Meier AG</i> .....	272
Efecto del manejo de bosque y de los cambios ambientales sobre la supervivencia y crecimiento de especies nativas de interés forestal	
<i>Nacif ME, Kitzberger T, Garibaldi LA</i> .....	276
Exploración de nuevos genotipos de sauces para aumentar la disponibilidad de clones para Patagonia Sur	
<i>Amico I, Cerrillo T, Schinelli Casares T</i> .....	283
Plantación de roble pellín en bosques bajos de la zona andina de Río Negro: interacciones entre tipo de plantas y herbivoría por ganado	
<i>Aparicio AG, Pastorino MJ, Garibaldi LA</i> .....	284
Micorrización de pino ponderosa producido en tubetes con aserrín sin compostar	
<i>Barroetaveña C, Kuhar F, Schinelli Casares T, Buduba CG</i> .....	285
Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: resistencia a flexión, módulo de elasticidad y densidad	
<i>Caballé G, Diez JP, Santaclara Estévez O, Merlo Sánchez E, Almeida J, Jovanovski A, Antonelli J, Martínez-Meier A</i> .....	286
Micorrizas en plantines de <i>Nothofagus</i> producidos en viveros de la región Andino-patagónica	
<i>Carron AI, Moguilevsky D, Fernández NV, Garibaldi LA, Fontenla S</i> .....	291
Presentación de un proyecto integrado a una red global para el estudio comparativo de la productividad de bosques puros y mixtos	
<i>Chauchard L, Velázquez A, Attis Beltrán H, Sbrancia R, Mortoro A, Dezzotti A, Frugoni C</i> .....	292
Plantación con dispositivo individual de recolección y almacenamiento de agua en la estepa patagónica	
<i>Ciari G, Buduba CG, Opazo W, Caruso C</i> .....	297
Protocolo para el monitoreo de invasiones de coníferas exóticas en el N.O. de la Patagonia argentina	
<i>Diez JP, Sarasola MM, Varela S, Núñez M</i> .....	298
Susceptibilidad, mortandad y crecimiento en diámetro de salicáceas en General Conesa (Río Negro)	
<i>Echevarría DC, Segura AR</i> .....	303
Crecimiento de coníferas de España y el noreste de Estados Unidos en Chubut: resultados a los 15 años	
<i>Enricci JA, Gonda HE, Contardi L, Nuñez E, Troncoso O, Mondino VA</i> .....	304
Relaciones suelo-paisaje y calidad de sitio para pino ponderosa en el sur de Neuquén, Argentina	
<i>Frugoni MC, Falbo G, Zapiola D, Rabino AL</i> .....	305
Ensayos de implantación de especies forrajeras en la estepa degradada bajo cobertura de pino ponderosa en el centro oeste de Chubut	
<i>García Martínez G, Buduba C, Loguercio G, Nagahama N, Oyharçabal E</i> .....	310
Efecto del manejo leñero sobre el contenido de humedad de combustibles vivos en matorrales de Patagonia norte	
<i>Goldenberg MG, Oddi F, Gowda JH, Garibaldi LA</i> .....	311
Diferencias fisiológicas y morfológicas de raulí y roble pellín en invernadero bajo diferentes condiciones lumínicas y nutricionales	
<i>Gomez FM, Graciano C</i> .....	312
Arquitectura foliar y clave de mirtáceas forestales exóticas cultivadas en Argentina (tribus Eucalyptae y Lophostemoneae)	

<i>González CC, Sotto AD</i> .....	313
Mejoramiento genético en ñire: primeros pasos hacia un huerto semillero de progenies	
<i>Hansen N, Mondino VA, Schinelli Casares T, Tejera EL, Pastorino MJ</i> .....	314
Campo Forestal Alicurá: evaluación del crecimiento en rodales de pino ponderosa post raleo	
<i>Hernández JR</i> .....	315
Coleópteros y plantas como indicadores para el monitoreo de aprovechamientos con retención variable en bosques de lenga de Tierra del Fuego	
<i>Lencinas MV, Sola FJ, Cellini JM, Martínez Pastur G</i> .....	316
Efecto de tratamientos silvícolas sobre la formación de madera madura en pino ponderosa	
<i>Letourneau FJ, Medina A, Pampiglioni A, Ancalao M, Saihueque M, González A</i> .....	317
Dinámica de la regeneración en bosques de lenga cosechados mediante retención variable: Influencia de los daños bióticos y abióticos	
<i>Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV, Soler RM, Barrera MD</i> .....	318
Evaluación in-vivo de microorganismos nativos con capacidades de promoción del crecimiento vegetal sobre estacas de álamo cultivadas en invernadero	
<i>Mestre MC, Severino ME, Aparicio AG, Pastorino MJ, Fontenla S</i> .....	325
Mortandad agrupada del coihue en la Patagonia argentina: identificación de los organismos asociados	
<i>Molina L, Vélez ML, Rajchenberg M, Izquierdo M, Pildain MB</i> .....	326
Avances en un proyecto de detección de anomalías en la cobertura vegetal en plantaciones de pinos a través del uso de herramientas de teledetección	
<i>Monte CB</i> .....	327
Mansedumbre adquirida por manejo en sistemas bovinos extensivos con bosque de ñire	
<i>Ormaechea S, Escribano C, Peri PL</i> .....	328
Diferencias entre la regeneración pre- y post-instalada en bosques de lenga cosechados mediante cortas de protección en Tierra del Fuego, Argentina	
<i>Paredes D, Quiroz D, Martínez Pastur G, Lencinas MV, Cellini JM, Ojeda J, Farina S, Parodi M</i> .....	329
Estabilidad del dosel remanente y crecimiento en cosechas de bosques secundarios y floreados de lenga en Tierra del Fuego: 5 años de seguimiento	
<i>Parodi M, Favoretti S, Paredes D, Cena ME, Martínez Pastur G</i> .....	330
Cipreses de Arizona: un ensayo de orígenes en la estepa nordpatagónica	
<i>Pastorino MJ, Aparicio AG</i> .....	331
Efecto de la altura de corte y edad del árbol en la capacidad inicial de rebrote de tocón de ñire en bosques de la Patagonia Chilena	
<i>Promis A, Cruz G, Galindo N</i> .....	332
Toma de decisiones y manejo silvopastoril en ñirantales. Modelo de producción de leña	
<i>Rusch V, Varela S, Ivancich H, Letourneau F, Goijman A</i> .....	333
Efecto del sustrato sobre el crecimiento temprano de pino ponderosa en contenedor y en un área de secano de la Patagonia extra-andina	
<i>Sbrancia R, Dezzotti A, Mortoro A, Velásquez A, Attis Beltrán H</i> .....	338
Mejoramiento genético en ñire: selección temprana por forma forestal	
<i>Schinelli Casares T, Mondino VA, Paredes M, Pastorino MJ</i> .....	339
Comparación de modelos de plantación en sistemas silvopastoriles con álamo mediante indicadores económicos y financieros	
<i>Segura A</i> .....	340
Germinación de ciprés de la cordillera a diferentes temperaturas y regímenes de aplicación	
<i>Taccari LE, Nuñez E, Martucci A, Massone DS</i> .....	341
Estudio preliminar en el manejo de plantas madre para propagar vegetativamente al ciprés de la cordillera	
<i>Taccari LE, Rocha P, Greslebin AG, Vélez ML</i> .....	342
Evaluación en altura inicial de procedencias locales de pino ponderosa	
<i>Tejera EL, Schinelli Casares T, Basil JG, Mondino VA, Gallo LA, Martinez-Meier A, Pastorino MJ</i> .....	343

Índice de densidad de rodal para bosques de ñire de la Provincia del Chubut <i>Tejera EL, Letourneau FL</i> .....	344
Valor nutricional de pasto ovillo y trébol blanco en sistemas silvopastoriles con álamos y sauces <i>Thomas E, Cancio H, Boetto C, Caballé G</i> .....	345
Inventario Nacional de Plantaciones Forestales: experiencias de su ejecución y resultados en la región andina de la Provincia de Neuquén <i>Trípodi N, Zalazar G, Fernández JC, Gonzalez Musso R</i> .....	348
Estimación de volumen individual de fuste de especies leñosas de los matorrales y bosques mixtos del NO de la Patagonia Argentina <i>Varela SA, Diez JP, Rusch V, Letourneau F, Gyenge JE, Testa H, Ivancich H, Garibaldi LA</i> .....	349
Intervenciones silvopastoriles en bosque de ñire: análisis de viabilidad productiva y de daño a renovales <i>von Müller AR, Hansen NE</i> .....	354
<b>COMISIÓN 5. VALOR AGREGADO DE LA PRODUCCIÓN FORESTAL</b>	
Normativa Argentina en madera para uso estructural: IRAM y CIRSOC. Especies incorporadas <i>Guillaumet AA</i> .....	357
Rituales cognitivos y conjuros forestales. Construcción colectiva del conocimiento y acciones cooperativas <i>Peyloubet P</i> .....	363
Antiguos y nuevos actores del sector primario vinculados con los PFNM, reestructuraciones territoriales: estudio de casos en Neuquén y Chubut <i>Ceballos ME, Stecher G, Valtriani A</i> .....	368
El desarrollo de las viviendas de madera en Patagonia <i>Lomagno J, García J</i> .....	373
Uso y agregado de valor de madera de ñire en un esquema de uso integral de bosques bajo sistema silvopastoril en Santa Cruz <i>Mattenet FJ, Monelos L, Peri PL</i> .....	376
Ancho de anillo, densidad, contracción longitudinal y ángulo de grano de madera de primer raleo comercial de Pino ponderosa <i>Jovanovski A, Zapata Norambuena CA, Salvador GM, Costa A, Tiznado M</i> .....	382
La madera de raleo de pino ponderosa: puente para la co-construcción de procesos de desarrollo local <i>Martinez-Meier A, Peyloubet P, Grosfeld J, Peteam W, Pereyra M, Fernandez Herrero F, Hernandez V</i> .....	388
Densidad y contracción de la madera de álamos cultivados en valles irrigados de Río Negro <i>Medina AA, Trangoni F, Andía IR, Catalán M, Baucis A, García J, Razquin M, Mele U</i> .....	389
Revalorización de la madera de sauce mediante la construcción de una vivienda sustentable de alta prestación <i>Refort MM, Spavento EM, Muñoz CE, Keil GD</i> .....	390
La industria foresto industrial de álamo y pino en la Patagonia: caracterización tecnológica y productiva <i>Salvador GM, Zapata C, Jovanovski A</i> .....	394
Aceite esencial de Pino de la Patagonia: aromas de Esquel que respira el mundo <i>Sepiurka SD</i> .....	395
Influencia de las singularidades en los valores elasto-resistentes de la madera de <i>Populus x euramericana</i> I-214 <i>Spavento EM, Refort MM, Keil GD, Acuña Rello L</i> .....	396

*Ecofuego II*

**COMISIÓN 1. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO Y ALERTA TEMPRANA**

Shrubland fire behaviour and fire management	
<i>Fernandes PM</i> .....	402
Incendio de Cholila 2015: evaluación de la severidad y propuestas de restauración a nivel predial	
<i>Grosfeld J, Kitzberger T, Gowda J, González Musso R, Iglesias A, Tiribelli F</i> .....	406
Gestión de fuego en el Delta del Río Paraná: algunos elementos del régimen de fuego	
<i>Kunst C, García Conde JM, Gaute M, Defossé G, Godoy J, Casillo J, Bellomo P</i> .....	411
Dinámica de la humedad de la vegetación en pastizales del noroeste de la Patagonia Argentina	
<i>Oddi FJ; Ghermandi L; Bianchi L</i> .....	416
Breve estudio de caso del incendio de Las Horquetas, Cholila, Provincia de Chubut	
<i>Vanina Strobl, Gabriel Zacconi, Ezequiel Marcuzzi, Mariela Ledesma</i> .....	421
Efectos del ganado sobre los combustibles y la inflamabilidad de paisajes alterados por el fuego en el noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, Raffaele E, Paritsis JL, Tiribelli F</i> .....	426
Inflamabilidad de especies leñosas y semi-leñosas en zonas de interfaz urbano-forestal en el noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, Raffaele E</i> .....	427
Patrones atmosféricos estacionales asociados a peligro extremo de incendios sobre el noroeste de la Patagonia	
<i>Marcuzzi EA, González MH</i> .....	428
Evaluación preliminar del contenido de humedad foliar y su relación con la inflamabilidad en coníferas exóticas plantadas en Patagonia	
<i>Bianchi L, Oddi F, Lederer N, Godoy M, Muñoz M, Defossé G</i> .....	429
Gestión del Fuego en el Delta del Río Paraná: II. Estimación del Peligro de incendio	
<i>Gaute MC, Kunst C, García Conde JM, Defossé GE, Casillo J, Bellomo P</i> .....	430
Desarrollo de modelos de predicción de comportamiento del fuego – visión del Sistema Federal de Manejo del Fuego	
<i>Muñoz M, Oviedo M, Casas L, Withinton T, Pérez A, Vázquez L</i> .....	431
Análisis del incendio Cañadón del Arroyo Cascada en el Parque Nacional Los Alerces ocurrido durante enero de 2016	
<i>Juarez C, Toppazzini M, Zacconi G</i> .....	432

**COMISIÓN 2. ECOLOGÍA DEL FUEGO, RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DISTURBADOS POR FUEGO Y QUEMAS PRESCRIPTAS**

The essential role of prescribed fire in fuel hazard reduction	
<i>Finney MA</i> .....	434
Production possibility frontiers and ecological tradeoffs for restoration of fire adapted forests	
<i>Ager AA, Vogler KC, Day MA</i> .....	440
Efecto del fuego sobre la germinación de especies leñosas y trepadoras de los bosques y matorrales del noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, Franzese J, Raffaele E, Gobbi ME</i> .....	445
Rasgos funcionales y tolerancia al fuego en especies chaqueñas, su relación con la prevención y restauración	
<i>Bravo S, del Corro F, Ojeda F</i> .....	450
Una revisión del fuego como promotor de las invasiones de pinos en el Hemisferio Sur	
<i>Franzese J, Raffaele E</i> .....	454

Quemas prescritas para el control de arbustos en la Región Chaqueña: efecto sobre la estructura y supervivencia de arbustos	
<i>Ledesma R, Kunst C, Bravo S, Leiva M, Lorea L, Godoy J, Navarrete V</i> .....	460
Restauración de bosques quemados: supervivencia y el crecimiento de lenga a 7 años de su plantación	
<i>Urretavizcaya MF, Contardi LT, Gianolini S, Oyharçabal MF, Defosse GE</i> .....	464
Severidad de fuego en bosques de Araucaria y recuperación de la producción de conos y su interacción con fauna exótica invasora en Argentina	
<i>Sanguinetti J</i> .....	465
Uso del fuego en el control de carnívoros silvestres en la Región central del Monte Austral Rionegrino: resultados de encuestas a productores ganadero	
<i>Alvarez HR, Defossé G, Seijo F, Villagra ES</i> .....	466
Quema prescrita en una forestación de pino oregón en Patagonia: evaluación ecológica luego de dos estaciones de crecimiento post-quema	
<i>Godoy MM, Bachfischer M, Lederer N, Gutiérrez EA, Bonansea J, Defossé GE</i> .....	467
Biomasa residual y efectos de la reducción de residuos sobre propiedades edáficas de forestaciones en un gradiente edafo-ambiental de Patagonia	
<i>Lederer NS, Rago MM, Godoy MM, Defossé GE</i> .....	468
Emisiones de GEI por incendios y balance de carbono en bosques de ciprés de la cordillera en la Patagonia Andina Central de Argentina	
<i>Bertolin ML, Urretavizcaya MF, Defossé GE</i> .....	469
Efectos del fuego sobre el banco de semillas de un pastizal del noroeste de la Patagonia	
<i>González SL, Ghermandi L</i> .....	470
Caracterización de la capacidad rebrotante post-fuego de especies leñosas del noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, De Paz M, Gobbi ME, Raffaele E</i> .....	471
Influencia de las quemas prescritas en la mesofauna de suelo: Resultados preliminares en un bosque de Pinus ponderosa Douglas ex Laws, Chubut	
<i>Dadamia MM, Lederer N, Rizzuto S</i> .....	472
Ensayo de restauración y control de la invasión de <i>Pinus radiata</i> en una plantación quemada en el noroeste de la Patagonia	
<i>Franzese J, Rodríguez J, Finster G, Postler V, Raffaele E</i> .....	473
Manejo de material combustible por medio de quemas controladas en la región de estepa, estado del Paraná, Brasil	
<i>Seger CD, Batista AC, França Tetto AF, Viana Soares R</i> .....	474

### COMISIÓN 3. ORGANIZACIONES DE MANEJO DEL FUEGO (ASPECTOS LEGISLATIVOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)

Regímenes de incendio divergentes en dos ambientes con niveles dispares de desarrollo económico	
<i>Seijo F</i> .....	476
Propuesta para la creación de un Centro Investigación y Extensión en Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación	
<i>Defossé GE, Godoy MM, Picco OA</i> .....	481
Gestión de los organismos de manejo del fuego: cuestiones políticas y técnicas	
<i>Grosfeld J</i> .....	485
Avances en seguros contra incendios forestales para pequeños y medianos propietarios: la experiencia de Chile	
<i>Loewe V, Corti D, Ruiz JM, Lobo F</i> .....	489
Conservación de la biodiversidad en la legislación nacional y de las provincias nor-patagónicas sobre manejo del fuego y sanidad forestal	
<i>Picco OA, González MA</i> .....	494

**COMISIÓN 4. PROBLEMÁTICA DE INTERFAZ (ASPECTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)**

Los incendios forestales en el siglo XXI: los problemas de la interfaz urbana forestal y cambio climático	
<i>Alvarado E</i> .....	501
Base metodológica para la caracterización del combustible forestal de parches naturales en áreas de interfase rural-urbano, en el contexto pampeano	
<i>Ramat SC, Ibañez HV, Zunino GE, Berdun YS</i> .....	508
Evaluación del peligro de incendios de interfase en viviendas rurales del paraje Trompul dentro del Parque Nacional Lanín	
<i>Tula E</i> .....	513
Incendios de interfase natural-urbana en la Patagonia Andina Central	
<i>Ghermandi L, Bari M, Curuhual V, Dinamarca D, Defossé GE, Díaz A, Kitzberger T, Montenegro P, Müller M, Rodríguez NF</i> .....	518
Evaluación del Peligro de Incendios de Interfase en viviendas rurales del Paraje Trompul dentro del Parque Nacional Lanín	
<i>Tula E</i> .....	519
Wildfire transmission networks and their application for improving risk governance in the wildland urban interface	
<i>Ager A</i> .....	520
Fuerzas motrices de los incendios en Bosques Pedemontanos de Jujuy: causas antropogénicas y posibles consecuencias para su restauración ecológica	
<i>Morales AM, Vivanco CG, Defossé GE, Seijo F, Politi N</i> .....	521
Relación entre el avance de la población y los incendios forestales en la ciudad de San Carlos de Bariloche	
<i>Castro Jara N, Tacchini G</i> .....	522



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

## INDICE

*V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur***COMISIÓN 1. ECOLOGÍA DE BOSQUES NATURALES Y CULTIVADOS**

Manejo de bosques y recursos hídricos	
<i>Iroumé A</i> .....	3
Biodiversidad y manejo del bosque: cómo simplificar lo complejo sin perderse en el intento	
<i>Rusch V, Vila A, Marqués V</i> .....	4
Plantas, microorganismos y nitrógeno: actores clave para entender la descomposición de hojarasca en el bosque	
<i>Vivanco L</i> .....	9
Grupos funcionales del sotobosque de lenga de Chubut bajo uso ganadero: un análisis preliminar	
<i>Quinteros CP, Bava JO, Defossé GE</i> .....	15
Adaptabilidad a la sequía del ciprés de la cordillera: variabilidad entre orígenes en los mecanismos de resistencia a la sequía	
<i>Sergent AS, Fernandez ME, Dalla-Salda G, Varela S, Diez JP, Pastorino MJ, Rozenberg P, Martinez-Meier A</i>	20
Diversidad y funcionamiento de ecosistemas: estudio integrado del efecto del uso forestal de la lenga sobre la microbiota y la degradación de la madera	
<i>Silva PV, Gallo AL, Romano GM, Greslebin AG (ex aequo)</i> .....	26
Variación temporal y espacial de la humedad de suelo y las raíces finas en bosques de ñire bajo uso silvopastoril en la Patagonia sur	
<i>Bahamonde HA, Sosa Lobato S, Gesto E, Martínez Pastur G, Lencinas MV, Soler R, Peri PL</i> .....	33
Producción de semillas en bosques de lenga con distintos manejos silvícolas en Tierra del Fuego: análisis de 14 años después de la cosecha forestal	
<i>Barrera MD, Cellini MJ, Lencinas MV, Soler R, Martínez Pastur G</i> .....	38
Modelos de área foliar para ciprés y coihue: herramienta base para la conducción de bosques mixtos	
<i>Caselli M, Loguercio GA, Urretavizcaya MF, Defossé GE</i> .....	44
Efecto de la luminosidad y la disponibilidad hídrica sobre la supervivencia y el crecimiento inicial de renovales de ciprés de la cordillera y coihue	
<i>Caselli M, Urretavizcaya MF, Loguercio GA, Defossé GE</i> .....	45
Relación entre el índice de área foliar y el crecimiento en rodales mixtos de ciprés de la cordillera y coihue	
<i>Caselli M, Loguercio GA, Urretavizcaya MF, Defossé GE</i> .....	46
Respuesta de la regeneración natural de ñire a la exclusión de herbívoros nativos y domésticos en Tierra del Fuego	
<i>Cena ME, Soler R, Martínez Pastur G, Cellini JM</i> .....	47
Revisión de experiencias de restauración en plantaciones de pinos en la Patagonia Andina	
<i>de Paz M, Raffaele R, Gobbi ME</i> .....	48
Efecto de los frutos en las tasas de descomposición de la hojarasca de especies leñosas de los matorrales del NO de la Patagonia	
<i>de Paz M, Gobbi ME, Raffaele E</i> .....	53
¿Es la densidad de especies un indicador ambiental de manejo de las plantaciones forestales?: evaluación en un paisaje de la Patagonia	
<i>Dezzotti A, Mortoro A, Sbrancia R, Attis Beltrán H</i> .....	54
Presentación de un proyecto de conservación del ecosistema relictual de sauce criollo en el río Agrío (Neuquén)	
<i>Dezzotti A, Mortoro A, Chauchard L, Velásquez A, Sbrancia R, Mele U, Attis Beltrán H, Martínez AHM,</i>	

<i>Montes E, Hidalgo F</i> .....	55
Dinámica de comunidades de plantas vasculares después de un incendio en el sur de Patagonia	
<i>Dragomir RE, Soler R, Martínez Pastur G, Lencinas MV</i> .....	56
Adaptación y adaptabilidad de poblaciones naturales argentina de raulí en caracteres cuantitativos de hojas	
<i>Duboscq Carra V, Letourneau F, Pastorino MJ</i> .....	57
Comunidades fúngicas asociadas a la rizósfera de raulíes implantados bajo bosque nativo y plantaciones, y su potencial aplicación como bioindicadoras	
<i>Fernández NV, Marchelli P, Tenreiro R, Chaves S, Fontenla S</i> .....	58
Características físico-químicas y mesofauna de la ceniza volcánica depositada en 1960 y 2011 en un bosque de coihue-caña colihue (Norpatagonia)	
<i>Ferreiro NA, Satti P, Mazzarino MJ</i> .....	59
Cambios en la degradación de restos leñosos de lenga como consecuencia del uso forestal en Chubut	
<i>Gallo AL, Silva PV, Greslebin AG</i> .....	60
Cambio en los componentes de la madera de lenga a lo largo del proceso de degradación	
<i>Gallo AL, Moretto A, Greslebin AG</i> .....	61
Hacia el rescate genético del sauce criollo en Patagonia	
<i>Gallo L, Martínez AHM, Bozzi J, Amico I</i> .....	62
Variación de la densidad de parejas nidificantes de rayadito en bosques de ñire sometidos a diferentes tipos de manejos en el oeste de Chubut	
<i>García Betoño MI, Lomagno V, Casaux R</i> .....	63
Descomposición y liberación de nutrientes de raíces finas de ñire en Patagonia Sur	
<i>Gargaglione V, Bahamonde H, Peri PL</i> .....	64
Los “polizontes” que viajan con la madera: una revisión de detecciones en la ciudad de Esquel y alrededores	
<i>Gomez CA</i> .....	65
Insectos asociados a eucaliptos: relevamiento en el Partido de Puan (Buenos Aires), situación actual	
<i>Gómez P, Real Ortellado M, Bussetti A</i> .....	66
Densidad de parejas nidificantes de golondrina patagónica en bosques de ñire del Oeste de Chubut sometidos a diferentes tipos de manejo	
<i>Lomagno VE, García Betoño MI, Bava JO, Casaux RJ</i> .....	71
Los artrópodos del suelo y el sotobosque, ¿pueden dar indicios del manejo forestal?	
<i>Manzo R, Rago M, Gönc R, Rizzuto S, Orellana IA, Urretavizcaya MF, Gonda H</i> .....	72
Ensayo de siembra aérea de pehuén con helicóptero en el área Moquehue, Provincia de Neuquén	
<i>Mazzuchelli M, Sanguinetti J, Catalán M, Gonzalez Musso R, Ceballos E, Szychowski A, Dominguez A</i> .....	73
Muerte apical de pinos en Patagonia argentina: identificación molecular del agente etiológico	
<i>Monges JI, Rajchenberg M, Pildain MB</i> .....	74
Frecuencia de especies de sauces en las cuencas de los ríos Chubut y Futaleufú	
<i>Orellana IA, Amico IL, Bonansea TB</i> .....	75
Aportes al control de las invasiones de sauces en la Provincia de Chubut	
<i>Orellana IA, Amico IL, Jovanovski A</i> .....	76
Comunidad de plantas leñosas en riberas de áreas urbanizadas: estudio de caso en el A° Esquel (subcuenca del río Percy, Argentina)	
<i>Papazian G, Kutschker AM, Rovere AE</i> .....	77
Enfoque de servicios ecosistémicos para la planificación del uso de los bosques de ñire de Santa Cruz	
<i>Peri PL, Ormaechea S, Lencinas MV, Bahamonde H, Soler R, Gargaglione V, Rosas Y, Martínez Pastur G</i> .....	78
La importancia del bosque pantanoso costero de la Araucanía para la conservación de epífitas y trepadoras	

<i>Pincheira J, Hernández C</i> .....	79
Vigilancia específica de <i>Lymantria dispar</i> en la Argentina	
<i>Pombo MJ, Sesin M, Couto VA, Ciarla MV, Maly L, Mendy M</i> .....	80
Efecto del tamaño de claros de dosel sobre variables microclimáticas y humedad del suelo en un bosque de ñire en Patagonia Chilena	
<i>Promis A, Cruz G, Galindo N</i> .....	81
Composición florística y experiencias de germinación en claros del bosque de lenga degradados por uso ganadero	
<i>Quinteros CP, Bava JO, Defossé GE</i> .....	82
Respuesta inicial de la comunidad de plantas vasculares a tratamientos de residuos silvícolas en forestaciones de la cuenca Futaleufú, Chubut	
<i>Rago MM, Lederer NS, Defossé GE, Urretavizcaya MF</i> .....	83
Hongos agaricoides como bioindicadores de manejo forestal de lenga en la Provincia del Chubut	
<i>Romano GM, Greslebin AG, Lechner BE</i> .....	84
Efectos del manejo forestal de lenga sobre la comunidad de hongos agaricoides en la Provincia del Chubut	
<i>Romano GM, Greslebin AG, Lechner BE</i> .....	85
Ácaros oribátidos en bosques de lenga intervenidos forestalmente	
<i>Ruiz EV, Silva VP, Gallo AL, Romano GM, Greslebin AG</i> .....	86
Impactos de invasiones de coníferas exóticas en Patagonia sobre la diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae)	
<i>Sasal Y, Paritsis J, Dimarco RD, Quintero C, Barrios García MMN, Martínez A, Rodríguez Cabal MA, Nuñez MA</i> .....	87
Detritos en bosques de lenga en Patagonia, Argentina: cantidad y variedad en áreas con y sin uso forestal	
<i>Silva PV, Monges JI, Gallo AL, Ruiz EV, Greslebin AG</i> .....	88
Uso forestal de la lenga en Patagonia, Argentina: ¿afecta la abundancia de los basidiomicetes lignícolas?	
<i>Silva PV, Ruiz EV, Gallo AL, Romano GM, Greslebin AG</i> .....	89
Condiciones ambientales de micrositio post-aprovechamiento que determinan el establecimiento de la regeneración natural de coihue, raulí y roble pellín	
<i>Sola G, El Mujtar V, Attis Beltrán H, Chauchard L, Gallo LA</i> .....	90
Variación genética neutral y adaptativa en poblaciones de lenga en un gradiente hídrico	
<i>Soliani C, Azpilicueta MM, Mondino V, Dalla Salda G, Arana MV, Marchelli P</i> .....	91
Efecto de impactos sufridos por bosques de ñire del noroeste de la Provincia de Chubut sobre la estructura de las comunidades de aves asociadas	
<i>Szulkin-Dolhatz D, García Betoño MI, Darrieu C, Casaux R</i> .....	92
Plantaciones de pino ponderosa: influencia en el enriquecimiento de suelos en ambientes susceptibles a la degradación	
<i>Tarabini MM, Gomez FA, Buduba CG, Rostagno CM, La Manna LA</i> .....	93
Floración, semillazón y potencial reproductivo en bosques de guindo en Tierra del Fuego	
<i>Toro Manríquez M, Soler R, Lencinas MV, Promis A, Martínez Pastur G</i> .....	94
Especies de plantas vasculares indicadoras características de bosques puros y mixtos de <i>Nothofagus</i> en paisajes de costa y montaña de Tierra del Fuego	
<i>Toro Manríquez M, Soler R, Martínez Pastur G, Huertas Herrera A, Mestre L, Promis A, Lencinas MV</i> .....	95
Evaluación temporal del cambio en parámetros de estructura de dosel y transmisión de radiación solar al interior de distintos bosques de <i>Nothofagus</i>	
<i>Toro Manríquez M, Soler R, Promis A, Lencinas MV, Martínez Pastur G</i> .....	96
Variación interanual de la regeneración en bosques puros y mixtos de <i>Nothofagus</i> en ambientes naturales de costa y montaña de Tierra del Fuego	
<i>Toro Manríquez M, Lencinas MV, Soler R, Huertas Herrera A, Cellini JM, Promis A, Martínez Pastur G</i> .....	97

Adaptación y plasticidad fenotípica en lenga en el contexto del cambio climático: un proyecto en ciernes <i>Torres AD, Aparicio AG, Azpilicueta MM, Mondino VA, Schinelli Casares T, Martínez Pastur G, Muñoz O, Aubone M, Pastorino MJ</i> .....	98
Influencia de la competencia sobre el crecimiento individual de especies de bosque mixto y matorral en el N.O. de la Patagonia argentina <i>Varela S, Diez JP, Rusch V, Ivancich H</i> .....	99
Diversidad de aves en relictos y bosques continuos de ñire en Santa Cruz, Argentina <i>Vettese ES, Peri PL, Orellana I</i> .....	103
Comparación ecológica de bosques relictos de ñire con bosques continuos a similares latitudes en Santa Cruz, Argentina <i>Vettese ES, Peri PL, Orellana I</i> .....	104

# Ecología de Bosques Naturales y Cultivados

# CONFERENCIAS INVITADAS

## Manejo de bosques y recursos hídricos

Andrés Iroumé

*Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile, Valdivia.*

E-mail: [airoume@uach.cl](mailto:airoume@uach.cl)

### Resumen

Los bosques proporcionan varios servicios ecosistémicos relacionados con los recursos hídricos, incluyendo el aprovisionamiento y regulación de flujos de agua, el sustento de ecosistemas acuáticos, así como de valores culturales como recreación, turismo, estética y espirituales. Además, entre otros bienes, producen madera. Sudamérica está experimentando cambios dramáticos en su cubierta tanto de bosques nativos como de plantaciones forestales. Seis países de Sudamérica están entre los primeros 20, y ocho entre los primeros 30, de 180 países con pérdidas netas del área total de bosques entre 2000 y 2012. Desde el año 2000 al 2012, la pérdida de la superficie forestal excedió la ganancia en bosques por un orden de magnitud en todos los países de Sudamérica, exceptuando a Chile y Uruguay. La pérdida de la cubierta de bosques se atribuye a la conversión de bosques naturales a terrenos agrícolas y praderas, a plantaciones forestales, al fuego y a las extracciones de madera, derivados del crecimiento de la población, de la demanda para producir alimentos y madera, y la pobreza. Los resultados de análisis de oferta y demanda globales sugieren que la necesidad por madera continuará aumentando a futuro por el crecimiento de la población y de los niveles de ingreso. En los últimos 25 años, los bosques naturales han disminuido en numerosos países a medida que se han degradado, han sido transformados en tierra agrícola o retirados de la producción especialmente en el área de obtención de productos maderables. Esta tendencia sin duda continuará, especialmente porque el uso de los bosques naturales para producir madera está siendo cada vez más resistido por la sociedad, que presiona para retener lo que queda de estos bosques en su estado natural. Esto sugiere que la demanda futura deberá ser provista por una base de bosques que disminuye o que es cada vez más restrictiva; en otras palabras, la presión sobre los bosques que quedan por producir madera/biomasa aumentará significativamente. Para resolver este dilema tal vez la única solución es pasar desde bosques naturales a bosques creados deliberadamente para producir madera y, como está ocurriendo en los últimos años, para producir biomasa como fuente alternativa de energía; es decir, las plantaciones forestales. Sin embargo, la evidencia científica muestra que los bosques en general y el desarrollo de las plantaciones forestales en particular, especialmente cuando se forestan zonas previamente sin bosques, reducen la disponibilidad y pueden deteriorar la calidad del agua. Muchas zonas se enfrentan ante un escenario de oferta de agua decreciente por la contaminación y los efectos del cambio climático, y a una demanda creciente por agua en cantidad y calidad para apoyar los desarrollos productivos y mantener las condiciones ecológicas en sitios de interés ambiental. El sector forestal especialmente de plantaciones es un importante usuario del agua y compite con otros sectores por este recurso natural, pero deberá resolver las crecientes exigencias sociales y ambientales respecto a los efectos *ex-situ* (aguas abajo) de las intervenciones en bosques de plantaciones y nativos sobre la cantidad y calidad de agua. Sin embargo, las decisiones de manejo de los bosques para resolver los efectos de disponibilidad de agua hacia "aguas abajo" en las cuencas, tiene también que considerar que la madera tiene grandes ventajas ambientales al compararse con otros materiales. Por ejemplo, considerando todo el proceso de extracción, la manufactura y el transporte, el ladrillo y el concreto consumen tres veces más energía que la madera, y el acero y aluminio 17 y 70 veces, respectivamente. Para producir el acero que se utiliza en una casa, se requieren 80 mil metros cúbicos de agua y sólo 360 metros cúbicos si la misma casa se construye en madera. En relación al agua, las decisiones de manejo de los bosques nativos y de las plantaciones forestales deben por una parte resolver los efectos hacia "aguas abajo" en las cuencas pero también considerar las enormes ventajas ambientales que tiene la madera al compararse con otros materiales.

## Biodiversidad y manejo del bosque: cómo simplificar lo complejo sin perderse en el intento

Verónica Rusch<sup>\*1</sup>, Alejandro Vila<sup>2</sup>, Beatriz Marqués<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA Bariloche; <sup>2</sup>Wildlife Conservation Society; <sup>3</sup>Secretaría de Medio Ambiente, Prov. Río Negro.

\*Autor de correspondencia: [rusch.veronica@inta.gob.ar](mailto:rusch.veronica@inta.gob.ar)

### Resumen

La pérdida de la biodiversidad es uno de los problemas ambientales mundiales más relevantes y foco de múltiples acciones internacionales. En Argentina, 6 de los 10 criterios de Ordenamiento Territorial de la Ley 26.331 se refieren a la biodiversidad. Hacer operativa la conservación, sin embargo, es una tarea compleja. Para poder “pensar en lo global actuando en lo local” es necesario: (1) precisar la problemática; (2) pensar una estrategia basada en la mejor ciencia y experiencia existente, que integre la solución a diferentes escalas espaciales; (3) generar herramientas sencillas que permitan concretar las acciones de la estrategia a nivel de predio; (4) plasmar las acciones mediante el manejo adaptativo, de manera que los resultados de las experiencias de manejo nos permitan mejorar la información existente y (5) abordar los vacíos de conocimiento mediante investigaciones específicas. Se presentan las dificultades más comunes a las que se han enfrentado las provincias a la hora de confeccionar y evaluar los planes de manejo prediales (PMP). Los objetivos de la estrategia planteada son evitar la pérdida global y mantener la biodiversidad que brinda funcionalidad al sistema. La estrategia se basa en la biología de la conservación, que considera el mantenimiento de poblaciones mínimas viables mediante el mantenimiento de superficies suficientes con hábitats de calidad conectados y eliminación de las amenazas. Considera en qué medida existen áreas protegidas efectivas con buen nivel de representación; el cuidado de especies, sitios y ambientes de valor especial; el logro de conectividad de superficies suficientes de calidad, y el mantenimiento de especies claves funcionales a lo largo del ciclo forestal asegurando resiliencia. Se presentan las herramientas ad hoc que se desarrollaron para aplicar esta estrategia en un plan de manejo predial (análisis de representación y efectividad de áreas protegidas, mapas y descripción de sitios, especies y ambientes de alto valor, y elementos clave entre otros); así como indicadores de utilidad para diseñar, fiscalizar y evaluar los PMP.

**Palabras clave:** planes de manejo; funcionalidad ecosistémica; biología de la conservación.

### Introducción

#### *Principales desafíos y problemas*

Las áreas naturales conforman una alta diversidad de ambientes que, a su vez, albergan formas de vida, especies y genotipos diversos, que han co-evolucionado durante millones de años, y brindan funcionalidad a dichos sistemas, a la vez que albergan posibilidades de uso desconocidas. El empleo de superficies de suelo para la producción de alimentos y fibras, y construcción de infraestructura para la creciente población mundial, ha restado posibilidades de ambientes para la fauna y la flora. Los cambios de uso del suelo, la degradación de los recursos y la sobreexplotación junto al más reciente problema del cambio climático conforman las principales amenazas, que han llevado a que se produzcan extinciones de especies a tasas mil veces superiores a la natural. Rockström *et al.* 2009, en su trabajo sobre los límites de cambio que tolera el planeta, han evaluado que la pérdida de biodiversidad es la variable ambiental que más ha sobrepasado dichos límites. A nivel internacional se plantean propuestas e iniciativas para detener este problema. Pero además de los fundamentos funcionales y económicos para la conservación, se plantean otros siendo desde temas éticos, culturales, estéticos...

A mediados del siglo pasado, las esperanzas de conservación se basaban en la implementación de áreas protegidas que, establecidas en ambientes de calidad y manejadas adecuadamente, podrían actuar de “resguardo”. Hacia fines de siglo, sin embargo, se reconoce que estas son insuficientes, y

que es necesario que las áreas bajo otros usos, como los productivos, también deban ser parte activa de estrategias para el logro del mantenimiento de la biodiversidad. Su inclusión en las propuestas de manejo productivas debería tener dos objetivos claros: evitar las pérdidas globales de diversidad biológica y mantener en los sistemas bajo manejo la diversidad necesaria para darle funcionalidad y resiliencia a los mismos.

#### *Los problemas más comunes.*

La complejidad del tema ha determinado diferentes propuestas para afrontar el abordaje de la biodiversidad. Algunos grupos de investigación, deciden abordar algún grupo específico de análisis como “indicador” (por ej. Coleópteros). En general se trata de grupos asociados a algún proceso, o de fácil identificación. Por el contrario, cuando comenzó la implementación de la “Ley de Bosques”, algunas provincias, con gran compromiso por la conservación, pidieron que los planes evaluaran todo lo que pudieran: artrópodos de superficie y suelo, vegetación, todos los mamíferos, aves... Llenaron cientos de planillas con datos tomados con mucho esfuerzo. Y después se sentaron descorazonados sin saber cómo leer esa información. Otros no cayeron en esa “trampa” y prefirieron ¡no medir nada! O centraron sus mediciones en lo que su profesión les sugería (los agrónomos biodiversidad de pastos o de ganado; los forestales de árboles...). Todos usando su mejor criterio. Pero es poco probable que estas aproximaciones permitan aproximarse al cumplimiento de los objetivos citados.

#### **Las bases conceptuales de la propuesta**

La biología de la conservación es la ciencia que brinda las bases para analizar el problema y proponer pautas de solución. La pérdida de calidad de un ambiente, para la fauna por ejemplo, se puede evaluar por la reducción de recursos para la alimentación y bebida, refugio y reproducción, así como por el incremento de amenazas para su supervivencia. La disminución de disponibilidad de estos recursos en un área, la pérdida de superficie o la fragmentación de la misma, que atenta contra la posibilidad de acceder a los recursos y al intercambio genético intra-poblacional, reduce las poblaciones hasta tamaños en donde la endogamia y los procesos estocásticos determinan un vórtice que los conduce a la extinción local, cuando dicho tamaño es menor al de una “población mínima viable”. Otras amenazas también pueden empujar este proceso haciendo que el balance entre de natalidad e inmigración vs mortandad y emigración sea negativo. Si bien son aproximaciones, se fija como una regla que 50 parejas permiten la supervivencia a corto plazo y 500 a largo plazo (100. años), (Shaffer 1981). El tamaño real de esa área dependerá de la abundancia de recursos y los requerimientos de cada especie. Es así como los grandes carnívoros son los que requieren mayores áreas de acción. Como ejemplo, bajo esta premisa, en la Región Chaqueña el puma puede requerir 1,25 millones de ha, mientras que el cuis chico requiere sólo 6 ha (Ojasti 2000, Coria *et al.* 2014).

Las acciones para abordar este problema se basan en mejorar la calidad ambiental (disponibilidad de ambientes y recursos), incrementar las superficies disponibles, o conectar áreas fragmentadas mediante corredores. Hay tratados escritos sobre lo que se sabe de corredores (Thomas 1991, Bentrup 2008), pero a modo de rápido resumen se puede subrayar que un corredor debe ser básicamente ancho y no muy largo, tener mejor calidad ambiental que los alrededores, a la vez que incrementa los riesgos de mortandad en especial por el efecto borde, el área donde limita con el entorno, si la diferencia ambiental es abrupta. Los corredores para vegetación tienen que tener en cuenta las condiciones necesarias para movimiento de polen y semillas, y para la fauna se deben considerar las habilidades de cada especie (movimiento y especificidad de los requerimientos, enemigos naturales, entre otros). Ciertos grupos, a su vez, no son propensos a emplear corredores dado que se mueven en familias o manadas grandes. Si bien todos estos conceptos no son muy familiares para especialistas de otras disciplinas, es importante que, mediante la interacción de especialistas, se puedan proponer acciones sencillas que permitan ajustar la información sobre estos aspectos en la región.

### La estrategia, y su aplicación a la confección y evaluación de Planes de Manejo

La "Ley de Bosques" (LN 26.331), es una ley ambiental promulgada para mantener las superficies de bosques existentes y los servicios ambientales que ellos proveen. Propone herramientas de escala regional y de escala predial. A nivel regional, las provincias deben zonificar sus bosques de acuerdo a su valor de conservación basándose en 10 criterios: 6 se refieren a la biodiversidad (superficies con calidad de hábitat, cuidado de especies y sitios de alto valor, conectividad), 1 se refiere al cuidado del suelo del agua, 2 son productivos (valor forestal y agropecuario), y 1 es social, relacionado a comunidades originarias. A nivel predial, propone que el manejo sustentable se base en criterios e indicadores que demuestren dicha sustentabilidad. Es que la complejidad del problema de la conservación de la biodiversidad requiere indefectiblemente de una estrategia integrada espacialmente.

Cuando se inició la confección de los planes de manejo, muchos profesionales percibieron que su mirada profesional era la que más se ajustaba a las necesidades de un plan. En algunos casos forestales y agrónomos salieron a medir con precisión algún aspecto relacionado a la producción, pero también en algunas provincias, biólogos relevaron exhaustivamente mamíferos, aves, anfibios, artrópodos, vegetación y llenaron escritorios de papeles con datos... sin tener clara la utilidad posterior de los mismos. La propuesta, desarrollada por este equipo ya 15 años atrás, se consideró de utilidad como un mecanismo acotado, válido y con instancias para su mejora. Nuestra propuesta considera 6 etapas, que pueden ser empleadas a su vez para evaluar y fiscalizar planes de manejo, empleando herramientas generadas ad hoc.

- 1- **AREAS PROTEGIDAS (APs).** Estas son una herramienta esencial para la conservación. Es importante que todos los ambientes tengan un nivel de representación en APs efectivas (con calidad de hábitat, diseño y manejo adecuado). Si bien no es preciso, a nivel mundial se ha puesto la meta de lograr una representación de al menos 17 % de cada tipo de ambiente. Al ser considerado dentro de un plan de manejo (PM) la pregunta que debemos hacernos es: ¿los tipos de vegetación del predio están representado en APs eficientes? (sino esto determinaría que ese ambiente debería manejarse con mayores precauciones). En la región se dispone de análisis de representación de ambientes en APs y su efectividad de implementación (Rusch 2002; Rusch et al. 2015).
- 2- **SITIOS DE ALTO VALOR.** Sus principales características están dadas por la presencia de una alta riqueza de especies, endemismos regionales y micro-endemismos, como así también de especies amenazadas. Se tiene en cuenta la ocurrencia de interacciones poco frecuentes o inusuales (como la coexistencia de tres especies de coníferas sobre un ambiente de turbera), la integridad ecológica de los hábitats, los fenómenos y procesos evolutivos y la presencia de poblaciones de valor genético particular, entre otros aspectos. Para considerar los sitios de alto valor en un PM las preguntas son: ¿contempla los sitios de alto valor de conservación identificados en la región e incorpora el manejo para el cuidado de dichos valores? ¿Los corredores de conectividad ecoregional son también tenidos en cuenta? Deben tenerse a disposición: 1- Mapa de distribución de sitios de alto valor (sitios reconocidos por diferentes procesos, WWF -Rusch et al. 2015-, AICAs, corredores). 2- Escrito con la caracterización de los valores que definen al sitio; 3- Protocolo para asegurar los valores del sitio (pautas de manejo).
- 3- **ESPECIES DE ALTO VALOR.** Son especies que están en peligro (UICN 2015) o son de interés particular por su uso o valor cultural. Para la evaluación del plan se considera: ¿contempla la ubicación del predio en los mapas de especies de alto valor? ¿Incorpora los protocolos para la conservación de las especies de alto valor en el manejo? Se fiscaliza que sean cumplidos los protocolos siendo los elementos ad hoc necesarios: 1- Listado de especies amenazadas (al menos En Peligro y En Peligro Crítico); 2- Mapas de su distribución, y 3- Protocolos para la conservación de las especies amenazadas.
- 4- **AMBIENTES DE ALTO VALOR.** Son de escala de más detalle y se pueden repetir en el paisaje, como humedales, bosques muy añosos, ambientes termales. Al tomarlos en cuenta en un PM las

preguntas son: ¿El Plan identifica dentro del predio los ambientes de alto valor para la conservación? Y ¿considera las pautas de manejo para conservar su calidad? Se contará con un listado de ambientes de valor de conservación; Pautas de manejo para algunos de ellos e Indicaciones de manejo precautorio (o no intervención) en otros.

- 5- **SUPERFICIE Y CONECTIVIDAD DE ÁREAS CON CALIDAD DE HÁBITAT:** Aunque este es el punto tal vez más complejo de precisar, es importante comprender que es clave para el diseño del manejo. Al tener en cuenta la conectividad de ambientes de calidad las preguntas que se harán acerca del PM son: ¿demuestra el mantenimiento suficiente superficie (60 %) de ambientes de calidad para la fauna y la flora en todo el turno de corta? Y Si se parte de predios con menor superficie, ¿se diseña la conectividad entre los bosques? Se contará con la asistencia de umbrales de aceptación en la definición de bosques de calidad; el valor de 60 % se podrá modificar en función de la presencia de otros bosques que son de menor calidad pero tienen una alta permeabilidad al uso por los principales ensamblajes de especies o mejor información disponible sobre la efectividad de otra proporción de superficie y Pautas para el diseño de conectividad efectiva (corredores).
- 6- **ELEMENTOS PARA FAVORECER LA RESILIENCIA:** Una de las razones más aducidas para mantener la biodiversidad, es que la misma es la base de las funciones del ecosistema. En la metodología propuesta, se propone evaluar los elementos clave funcionales y mantenerlos durante el ciclo de manejo (Rusch *et al.* 2004). Ejemplos de estos son el hábitat para pájaro carpintero y chucaco, troncos caídos o el abejorro *Bombus* spp. Al considerar este elemento en un PM, las preguntas son: ¿se consideró la posibilidad de mejorar la calidad productiva y ambiental del sistema basándose en el conocimiento de los cambios naturales y antrópicos asociados a la vegetación? ¿El PM expresa claramente el estado inicial del sistema (componentes del bosque y sotobosque), distribución espacial en el predio de los tipos de ambientes (bosques, otros)? ¿El PM expresa claramente cuál será la intervención a realizar y la estructura esperada al finalizar la misma y en el transcurrir del tiempo? ¿El PM expresa claramente cuál es la evolución esperada de los componentes del sistema que asegure la sustentabilidad (momentos, sitios, distribución, densidades y evolución de la regeneración; crecimiento, etc.)? ¿El PM contempla acciones de remediación en caso de que el resultado de la evolución de la vegetación y el paisaje no sea el esperado? Y ¿considera el mantenimiento de elementos claves funcionales en el manejo del bosque? Será importante contar con Modelos de estados y transiciones para los diferentes Sitios Ecológicos; Pautas de manejo para la regeneración de las especies arbóreas; Pautas para el mantenimiento y recuperación del sotobosque y otros componentes vegetales; Descripción de fauna esperada en las diferentes etapas del ciclo forestal y reconocimiento de principales elementos funcionales clave y pautas para su mantenimiento.

### El desafío del monitoreo

Tal vez sea el monitoreo la etapa más interesante y compleja. Y no sólo por las diferentes metodologías para hacerlo, sino más bien por las diferentes escalas espaciales que es necesario tener en cuenta y la imprescindible articulación entre instituciones y actores que se necesita para que sea efectivo. Lo importante del monitoreo es que debe tenerse claro su objetivo: no es un mero seguimiento de variables. Un monitoreo se enmarca en un análisis prospectivo, en el cual la propuesta de manejo implica un "dibujo" del futuro esperado. Tiene de fondo una serie de supuestos de cómo el sistema se espera que se comporte, las variables que mejor me demostrarán si vamos en el camino correcto y la definición de cuáles son los límites de las variables dentro de los cuales su estado es considerado "aceptable". Sobre estos supuestos se realiza, entonces sí, el seguimiento del comportamiento de la variable. La información que se presenta tanto en los manuales de buenas prácticas, como en libros sobre manejo y biodiversidad, o análisis ambientales estratégicos de nivel regional, se basan en la mejor información disponible. Pero obviamente, no se conoce todo, y no todo lo que se sabe o cree tiene el mismo nivel de certidumbre, no por eso siendo de poco valor. Un buen monitoreo nos permite implementar un manejo adaptativo. Esto es, nos permite mejorar la información que surge como respuesta al manejo. Se plantean las hipótesis, se diseña el muestreo:

sitios diferentes relacionados con diferentes tipos y niveles de manejo, con diversidad de ambientes y diseños espaciales, periodicidad, equipamiento, en función de las hipótesis que proponga.

La propuesta se basa en que los productores y técnicos de campo puedan proponer manejos de la vegetación, con el supuesto de que la fauna reaccionará de la manera que se espera basándonos en el mejor conocimiento. Pero también que las instituciones de investigación acompañadas por los organismos provinciales puedan emplear esos manejos prediales para confirmar o modificar las hipótesis sobre estas relaciones entre la vegetación y la fauna. Cada una de las estrategias planteadas anteriormente tendrá que tener sus supuestos y un esquema de monitoreo y evaluación del mismo. El objetivo será comprobar en qué medida se logran los resultados finales esperados con la aplicación de las propuestas de manejo. Obviamente se deberá partir del cumplimiento de las acciones, pero no debe caerse en el error de creer que monitorear es darle seguimiento al cumplimiento de las acciones. Para el caso del protocolo de huemul, el objeto del monitoreo no será si las áreas están libres de perros sueltos, cazadores o ganado domestico sin vacunar (cumplimiento del protocolo), sino si efectivamente las poblaciones de la especie mantienen o mejoran su densidad, por ejemplo. Lo mismo para sitios y ambientes de valor. Para el caso de las áreas con calidad de hábitat conectadas, es posible que el monitoreo solo no sea suficiente, sino que se requieran trabajos de investigación que nos permitan afinar las pautas de manejo bajo preguntas tales como: ¿en qué medida el ensamble de especies se mantiene en el sistema con tal o cual diseño? ¿son efectivos los corredores? En suma, ¿Cómo está afectando el manejo a la calidad de hábitat y a la permeabilidad del sistema para los diferentes grupos?

En este sentido, entonces, los diseños de monitoreo no deben ser prediales, sino que deben ser regionales y mirarse la provincia o el área en su conjunto. Si bien un plan de manejo puede proveer de sitios de muestreo, el diseño y el análisis de los resultados del mismo deben tener una mirada más amplia y que dependerá del grupo analizado (especies de mayor tamaño y movilidad requieren áreas más grandes). En resumen: las propuestas de la ley 26.331 que obliga al manejo sustentable, es una oportunidad para que el Estado junto a los privados puedan ajustar medidas de manejo sencillas que redunden en una mejor funcionalidad del sistema y en el mantenimiento a largo plazo de valores únicos que están bajo su tutela.

### Bibliografía

- Bentrup G. 2008. Conservation buffers. USDA FS, Ashville NC Tech report 109.
- Coria, D; C Kunst. 2014. Manual de ganaderia en campo natural, Manejo de la fauna silvestre para la región chaqueña. INTA.
- Ojasti J. 2000. Manejo de vida silvestre neotropical. Smithsonian Inst. Vol SIMAB. Series 5.
- Rockström J *et al.* 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology & Society* 14 (2):32.
- Rusch, V; M Sarasola, T Schlichter. 2004. Indicadores de biodiversidad en bosques de *Nothofagus*. IDIA XXI.
- Rusch V. 2002. Estado de situación de las áreas protegidas de la ecoregión valdiviana. Informe WWF.
- Rusch V; A Vila, B Marques, MV Lantschner. 2015. Conservación de biodiversidad en sistemas productivos. Fundamentos y prácticas aplicadas al NO de la Patagonia. UCAR- INTA.
- Shaffer M. 1981. Minimum population size for species conservation. *Bioscience* 31(2): 131-134.
- Thomas C. 1991. Ecological corridors. Head office, Dpt. Conservation. Science & Research series 34, Wellington.

## Plantas, microorganismos y nitrógeno: actores clave para entender la descomposición de hojarasca en el bosque

Lucía Vivanco

Cátedra de Ecología - IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires - CONICET

E-mail: [vivanco@agro.uba.ar](mailto:vivanco@agro.uba.ar)

### Resumen

La descomposición de hojarasca es un proceso clave en el funcionamiento de los ecosistemas ya que es el primer paso crítico para el reciclado de carbono y nutrientes en el suelo. Nuestra investigación evalúa la importancia relativa de la identidad de especies de plantas, la disponibilidad de recursos en el suelo, y la composición microbiana del mantillo sobre este proceso. Nuestro sitio de estudio es un bosque mixto de *Nothofagus* (*N. dombeyi*, *N. nervosa*, *N. obliqua*), donde identificamos micrositios monoespecíficos que permitieron aislar los efectos de las especies de árboles de otros factores tales como tipo de suelo, orientación, clima. Encontramos que la identidad de especies de árboles tiene efectos sobre la descomposición a través de la calidad de hojarasca, a través de sus efectos sobre el ambiente, y más sorprendentemente, a través de interacciones planta-suelo que aceleran la descomposición de hojarasca propia del micrositio. Este fenómeno por el cual la hojarasca se descompone más rápido cuando se encuentra debajo de una planta de su misma especie que debajo de una planta de otra especie se conoce como ventaja de local. Parte de este fenómeno podría explicarse por la comunidad distintiva de hongos y bacterias que encontramos en el mantillo debajo de distintas especies de *Nothofagus*. El agregado de nitrógeno (N) al suelo estimula consistentemente la descomposición de broza, en contraposición a la desaceleración documentada en bosques templados del hemisferio norte. A su vez, el agregado de N elimina la ventaja de local y altera sustancialmente la comunidad microbiana del mantillo. Sólo la mitad de las especies de hongos y bacterias del mantillo persistió con el agregado de N, el resto desapareció o fue reemplazado. Nuestros resultados ponen en evidencia que la importancia de las especies de plantas sobre la descomposición va más allá que la calidad de broza como tradicionalmente se las considera, y demuestra que las interacciones a largo plazo planta-descomponedores que determinan la ventaja de local, son un control novedoso que ejercen las plantas sobre la dinámica de carbono en bosques patagónicos.

**Palabras clave:** ciclo de carbono, *Nothofagus*, relaciones planta-suelo.

### Introducción

La descomposición de hojarasca es el primer paso clave en el ciclo de carbono y nutrientes en ecosistemas terrestres. La descomposición es la vía principal de pérdida de carbono de los ecosistemas hacia la atmósfera, el proceso por el cual los nutrientes son transformados en formas utilizables por las plantas, y un paso fundamental para la formación de la materia orgánica del suelo (Schlesinger & Bernhardt 2013). Más de tres décadas de estudios de descomposición de hojarasca han demostrado claramente que la tasa de descomposición está controlada a escala global y regional por el clima y las características físico-químicas de la hojarasca, incluyendo contenido de nutrientes y lignina (Meentemeyer 1978, Melillo et al. 1982). Menos clara es la importancia de la identidad de las especies de plantas y sus interacciones con otros organismos sobre este proceso. Entender el efecto de la identidad de especies de plantas sobre la descomposición, más allá de sus efectos a través de la calidad de hojarasca, es clave en diversos contextos, desde información básica para el manejo de bosques y su potencial consecuencia sobre la explotación selectiva de especies, para entender los efectos de la invasión de especies exóticas, o para predecir el impacto de las modificaciones en la distribución de las especies debido a cambios ambientales.

Los bosques andino patagónicos ofrecen una excelente oportunidad para evaluar el control que ejercen las especies de árboles sobre la descomposición de hojarasca. Estos bosques, junto con

restringidas regiones en Nueva Zelanda y Australia, son los únicos bosques templados del hemisferio sur. En contraste con los bosques templados de América del Norte, Europa y Asia Oriental que mantuvieron conexiones entre sí durante todo el Pleistoceno y gran parte del período Terciario, los bosques de América del Sur han estado aislados de otros continentes y no tuvieron contacto con otros bosques dentro de América del Sur durante el Pleistoceno. Este aislamiento geográfico y filogenético ha dado lugar a un alto nivel de endemismos en la flora y la fauna de la región (Armesto et al. 2001). La larga historia de coexistencia de árboles de distintas especies en estos bosques maduros les confiere características únicas para estudiar los efectos a largo plazo de las especies de plantas sobre procesos del suelo. A su vez, la lejanía de centros urbanos y otras fuentes antrópicas de nitrógeno permite el estudio de la respuesta de sistemas naturales no disturbados, profundizando el conocimiento acerca del control que ejercen las especies sobre el funcionamiento del ecosistema sin factores antrópicos confundidos. En estos bosques hemos identificado controles novedosos que ejercen las especies de plantas sobre la descomposición de broza.

### **Triángulos de árboles: una aproximación experimental para el estudio de las relaciones planta – suelo en bosques templados mixtos**

El estudio del efecto de la identidad de especies de plantas sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas impone el desafío de identificar sitios donde se pueda variar la identidad y composición de especies de plantas, manteniendo constante otros factores que podrían influir directamente sobre los ciclos biogeoquímicos. El sistema ideal sería encontrar sitios con baja variabilidad en el clima, material original del sustrato, el relieve y la edad del sitio (Jenny 1980), donde se pudieran evaluar los efectos de las especies a largo plazo en lugares sin intervención humana. A su vez, encontrar la escala temporal y espacial apropiada para estudiar las relaciones entre las plantas y el reciclado de carbono y nutrientes es fundamental para progresar en el entendimiento acerca de los efectos de la diversidad de especies de plantas y los procesos del suelo. Por ejemplo, para comprender la relación entre una planta y una bacteria hay que considerar que el tamaño, el área de influencia, y la vida media de éstos organismos difieren en varios órdenes de magnitud (De Deyn & Van Der Putten 2005). Los estudios realizados en ecosistemas artificiales y ecosistemas altamente disturbados han complicado aún más la capacidad de explorar las relaciones a largo plazo entre las plantas y el suelo, que pueden llevar largos períodos de tiempo en desarrollarse (Beare et al. 1995). En conjunto, nuestro entendimiento acerca de los efectos de la diversidad de plantas sobre la descomposición de broza se ha visto dificultado por complicaciones experimentales y complejidades ecológicas, destacando la necesidad de evaluar simultáneamente los efectos de los componentes aéreos y subterráneos sobre los procesos del ecosistema en comunidades naturales prístinas y longevas.

Los bosques templados de la Patagonia, donde coexisten tres especies de árboles del género *Nothofagus*, ofrecen la oportunidad de encontrar estas condiciones ideales. El bosque mixto del noroeste de la Provincia de Neuquén representa la comunidad de máxima riqueza de árboles que se desarrolla naturalmente en esta región. Dentro de esta matriz de bosque mixto, fue posible identificar micrositios “triángulos” de árboles, donde la composición específica de árboles del dosel era distinta, y consecuentemente, variaba la composición específica de la hojarasca en el mantillo del bosque. Los micrositios estaban definidos por la intersección de la copa de tres árboles que delineaban la zona de influencia de las especies sobre las características biogeoquímicas del suelo. Tres tipos de triángulos mono-específicos permitieron evaluar los efectos a largo plazo de la identidad de especies de árboles sobre las características biogeoquímicas y el reciclado de C y N en el suelo del bosque. Este diseño experimental permite aislar el efecto de las especies de árboles sobre el suelo a una escala espacial propicia para estudiar y entender las relaciones entre las plantas y el suelo.

**Ventaja de local: afinidad planta-suelo acelera la descomposición de hojarasca**

Los efectos de la identidad de las especies de plantas a través de la calidad de broza y los efectos generales en el ambiente que las rodea se pueden evaluar con experimentos de trasplantes recíprocos de hojarasca. Colocamos bolsas de descomposición conteniendo hojarasca de cada especie de *Nothofagus* en los triángulos mono-específicos de cada especie y evaluamos su descomposición. Encontramos que las especies difirieron en sus efectos sobre la descomposición no sólo por sus diferencias en la calidad físico-química de la broza, sino también por los efectos que generaban sobre el ambiente que las rodea. La descomposición de un sustrato común (hojarasca de *Populus nigra*) fue 32 % más rápida en triángulos de *N. obliqua* que en los triángulos de *N. dombeyi*, aunque las características edáficas en términos de disponibilidad de nitrógeno en el suelo, biomasa microbiana, y pH fueron similares entre los triángulos (Vivanco & Austin 2008).

La descomposición de hojarasca fue máxima cuando la identidad de la hojarasca y del triángulo eran de la misma especie, mostrando que existe afinidad entre las especies de plantas y su ambiente que acelera la descomposición. Los valores de aceleración de la descomposición por esta afinidad planta-suelo variaron entre especies (12, 13, y 34% para *N. dombeyi*, *N. nervosa*, y *N. obliqua* respectivamente, (Austin et al. 2014)). Este fenómeno por el cual la hojarasca se descompone más rápido debajo de la planta de su misma especie que debajo de una planta de otra especie se denomina ventaja de local (conocida como home field advantage en inglés). La ventaja de local difiere sustancialmente de la aceleración de la descomposición por una alta disponibilidad de recursos (en la broza o en el suelo) para los microorganismos. Es decir, que la ventaja de local puede ocurrir (y es cuando se hace más evidente) cuando la hojarasca de baja calidad se descompone más rápido en su propio sitio de baja fertilidad que en sitios inespecíficos más fértiles, como sucede con *N. nervosa*, la especie que mostró tener la hojarasca y el triángulo de más lenta descomposición.

La ventaja de local resultaría de las interacciones específicas, y de largo plazo, entre las plantas y una comunidad de microorganismos particular, independientemente de la fertilidad del suelo. La analogía con el deporte, donde los equipos deportivos se desempeñan mejor en su propio estadio, sugiere que el aporte persistente de un tipo de hojarasca selecciona una comunidad de microorganismos especializados en degradar esa hojarasca (Gholz et al. 2000), aunque aún no existen evidencias experimentales que lo demuestren.

**Nitrógeno: acelera la descomposición y borra la ventaja de local**

Los cambios ambientales que ocurren a escala global, como la deposición atmosférica de nitrógeno podrían alterar los efectos que las especies de plantas tienen sobre la descomposición de broza. La cantidad de N que ingresa anualmente a los ecosistemas se ha duplicado en muchas regiones del planeta, principalmente en Europa y América del Norte que han recibido entradas crónicas y crecientes de N desde la revolución industrial (Dentener et al. 2006, Galloway et al. 2004). Todavía hay una fracción importante de los bosques templados que se encuentran en niveles bajos de deposición natural de N incluyendo el noroeste de Estados Unidos, el sudeste de Australia y sur de América del Sur. Se proyecta que algunas de estas regiones recibirán cantidades crecientes de deposición de N en el futuro (Dentener et al. 2006). Todavía no es claro el impacto de la deposición de N sobre la descomposición. El estudio de los bosques templados prístinos permite evaluar el efecto del agregado de N y compararlos con niveles basales de N sin impronta humana.

El agregado de nitrógeno (60 kg/ha/año) al suelo en los triángulos duplicó en promedio la descomposición de hojarasca de todas las especies de *Nothofagus* en todos los triángulos (Vivanco & Austin 2011). Este resultado demuestra que el N es un recurso limitante para los descomponedores en los bosques patagónicos. A su vez, este resultado contrasta con los efectos neutros o inhibitorios del N reportados para bosques templados del hemisferio norte (Janssens et al. 2010). Las diferencias en la respuesta pueden deberse a efectos de legado de N, a diferencias en las características ambientales o bióticas en las comunidades de plantas y microorganismos. Los bosques templados del hemisferio norte han estado expuestos a una larga historia de deposición de N relativamente

alta, es posible que las condiciones biogeoquímicas al inicio de los experimentos, en los tratamientos control sin fertilizar, fueran fundamentalmente distintas que las que se encuentran en los bosques prístinos patagónicos.

La adición de N, además, borró la ventaja de local en todos los triángulos de *Nothofagus* (Vivanco & Austin 2011). Es decir que alteró la afinidad planta –suelo que controla la descomposición de hojarasca. Pareciera que la ventaja de especializarse en descomponer un determinado tipo de hojarasca o la capacidad de degradar compuestos específicos dentro de la broza desaparece en condiciones de mayor disponibilidad de N, eliminando dicha ventaja. Es posible que las nuevas condiciones creadas por el agregado de N favorecieran a grupos de descomponedores distintos que no están necesariamente especializados en un determinado tipo de broza.

### **Hongos y bacterias: fieles a la identidad de especies de plantas**

Los descomponedores primarios son los hongos y las bacterias, que representan entre el 80 y el 90 % de la biomasa total de descomponedores y la respiración del suelo en ecosistemas terrestres (Chapin et al. 2012). Los hongos y las bacterias secretan enzimas que les permiten degradar los tejidos vegetales y acceder a los compuestos ricos en energía y nutrientes. Los microorganismos han sido considerados tradicionalmente ubicuos y funcionalmente redundantes, pero existe una creciente evidencia que muestra que las comunidades microbianas difieren en su capacidad degradativa (Matulich & Martiny 2014). La diversidad microbiana es inmensa y apenas el 5 % de los microorganismos es cultivable, pero nuevas técnicas de secuenciación de alto rendimiento, posibilitan estudiar la composición y abundancia de las comunidades microbianas. Además, un diseño experimental que contemple las diferencias de tamaño entre las plantas y microorganismos resulta crucial para entender la asociación de plantas y microorganismos que difieren en órdenes de magnitud en tamaño. Analizamos la composición y abundancia de la comunidad microbiana del mantillo en cada triángulo a través de la pirosecuenciación de la región ITS para hongos y la región 16S rRNA para bacterias.

El mantillo de los triángulos de *Nothofagus* estuvo dominado por hongos de subphylum Ascomycota (93 % de abundancia), con una alta representación de las clases Saccharomyceta y Pezizomycotina (16-18 % abundancia) . El subphylum Basidiomycota también estuvo presente, pero en mucho menor abundancia (2 %). Las comunidades bacterianas del mantillo tuvieron representates de 23 phyla, siendo los más abundantes Alphaprotobacteria , Acidobacteria , Verrocomicrobia con 49 , 22 y 16 % de abundancia respectivamente.

Las comunidades de hongos y bacterias del mantillo mostraron una fuerte asociación espacial con especies de *Nothofagus*. Ciertas especies fúngicas y bacterianas se asocian exclusivamente con ciertas especies de *Nothofagus*. Estas asociaciones únicas entre especies de plantas y microorganismos fueron más intensas para los hongos que bacterias, con una especificidad de 42 % para los hongos en triángulos árbol *N. dombeyi*, y el 17 % de las bacterias en triángulos *N. obliqua*.

El agregado de N alteró sustancialmente la comunidad microbiana del mantillo. Sólo la mitad de las especies de hongos y bacterias del mantillo persistió con el agregado de N, el resto desapareció (de 25 a 46 % de hongos y de 15 a 23 % de bacterias), o fue reemplazado por especies de microbios que no estaban en los tratamiento sin agregado N (7-23 % de hongos y 15 a 35 % especies bacterianas).

Los cambios inducidos en la comunidad microbiana por el agregado de N, sin embargo, no alteraron la fuerte asociación espacial entre las comunidades de hongos y la identidad de las especies de árboles de *Nothofagus*. Las comunidades de hongos, en cuanto a la composición de especies y abundancia relativa, eran más similares entre triángulos de la misma especie de árbol con y sin adición de N, que entre los triángulos de árboles de diferentes especies de *Nothofagus*. Por el contrario, las comunidades bacterianas no mostraron tan fuerte lealtad de identidad de la especie *Nothofagus* con el agregado de N.

## Conclusiones

El ambiente físico químico y la calidad de la broza tradicionalmente han considerado los principales controles de descomposición de la hojarasca en los ecosistemas terrestres. Estos dos factores pueden explicar una gran parte de la variabilidad en la descomposición de hojarasca en escala global y regional. Sin embargo, estos factores por sí solos no son suficientes para explicar la variación que ocurre en la descomposición de hojarasca a escala local. Nuestros trabajos en los bosques andinopatagónicos ponen en evidencia la importancia de la identidad de especies de plantas y su interacción con los descomponedores como controles de la descomposición a escala local.

La ventaja de local demuestra la existencia de relaciones de afinidad entre la hojarasca de las distintas especies y los organismos descomponedores. En particular, las relaciones a largo plazo entre las plantas y el suelo determinaron comunidades de hongos y bacterias distintas, que podrían explicar la ventaja de local para la descomposición. Estas asociaciones específicas entre las plantas y los microorganismos son extremadamente sensibles a los cambios debido a la adición de nitrógeno, causando la ruptura de la afinidad, con importantes consecuencias para el ciclo de carbono. Nuestro trabajo pone en relieve a las interacciones planta- microorganismos como elemento importante pero poco apreciado de los controles de descomposición de la hojarasca en los ecosistemas terrestres, en particular en los ecosistemas naturales no perturbados.

## Referencias

- Armesto JJ, Rozzi R, Caspersen J. 2001 Temperate Forests of North and South America--Chapin FS, Sala OE, Huber-Sannwald E, eds. New York: Springer. 223-249.
- Austin AT, Vivanco L, González-Arzac A, Pérez LI. 2014 There's no place like home? An exploration of the mechanisms behind plant litter-decomposer affinity in terrestrial ecosystems. *The New phytologist* 204:307-314.
- Beare MH, Coleman DC, Crossley Jr DA, Hendrix PF, Odum EP. 1995 A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. *Plant & Soil* 170:5-22.
- Chapin FS, Matson PA, Vitousek P, Chapin SF. 2012 Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. 2nd edn. New York: Springer.
- De Deyn GB, Van Der Putten WH. 2005 Linking aboveground and belowground diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 20:625-633.
- Dentener F, et al. 2006 Nitrogen and sulfur deposition on regional and global scales: A multimodel evaluation. *Global Biogeochemical Cycles* 20:GB4003-GB4003.
- Galloway JN, et al. 2004 Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry* 70:153-226.
- Gholz HL, Wedin DA, Smitherman SM, Harmon ME, Parton WJ. 2000 Long-term dynamics of pine and hardwood litter in contrasting environments: toward a global model of decomposition. *Global Change Biology* 6:751-765.
- Janssens IA, et al. 2010 Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition. *Nature Geoscience* 3:315-322.
- Jenny H. 1980 The soil resource: origin and behavior. New York: Springer.
- Matulich KL, Martiny JBH. 2014 Microbial composition alters the response of litter decomposition to environmental change. *Ecology* 96:154-163.
- Meentemeyer V. 1978 Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology* 59:465-472.
- Melillo JM, Aber JD, Steudler PA, Schimel JP. 1982 Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology* 63:621-626.
- Schlesinger WH, Bernhardt ES. 2013 Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. Academic Press.
- Vivanco L, Austin AT. 2008 Tree species identity alters forest litter decomposition through long-term plant and soil interactions in Patagonia, Argentina. *Journal of Ecology* 96:727-736.
- Vivanco L, Austin AT. 2011 Nitrogen addition stimulates forest litter decomposition and disrupts species interactions in Patagonia, Argentina. *Global Change Biology* 17:1963-1974.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS SELECCIONADOS

## Grupos funcionales del sotobosque de lenga de Chubut bajo uso ganadero: un análisis preliminar

Claudia Pamela Quinteros\*<sup>1,2</sup>, José Omar Bava<sup>1,3</sup>, Guillermo Emilio Defossé<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP); <sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); <sup>3</sup>Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) sede Esquel.

\* Autor de correspondencia: [pquinteros@correociefap.org.ar](mailto:pquinteros@correociefap.org.ar)

### Resumen

Aunque la diversidad vegetal de un ecosistema condiciona su funcionamiento, no todas las especies cumplen el mismo rol. Esto se debe a los atributos funcionales de las especies, y a la abundancia relativa con que estos atributos están presentes. El sotobosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) está constituido por especies nativas, distribuidas en un estrato herbáceo y un arbustivo disperso. En presencia de disturbios antrópicos, como el uso ganadero, se registra en el sotobosque el ingreso de hierbas exóticas. El estudio de la composición funcional del mismo permitirá detectar su respuesta al ambiente y los disturbios. El objetivo de este trabajo fue identificar grupos funcionales (GF) en la comunidad de plantas en el sotobosque de lenga bajo uso ganadero. En Nahuelpan, Carrenleufú y Río Pico (Chubut) se relevó la composición de especies del sotobosque. Mediante un análisis de conglomerado se identificaron 6 GF de especies utilizando los caracteres: altura máxima, hábito (anual o perenne), status (nativa o exótica), forma de crecimiento (Hierbas bajas: en roseta o postrada, Hierbas altas: de tallo erguido con hojas, e Hierbas gramíneas, Subarbusto, Arbusto, Árbol y Enredadera), y palatabilidad (escala de 0-5). El GF1, estuvo conformado por 22 especies de hierbas bajas y altas, nativas, perennes y con escasa a nula palatabilidad; el GF2 por 8 hierbas exóticas, perennes de amplio rango de palatabilidad; el GF3 por 4 hierbas anuales, 2 exóticas y 2 nativas, de escasa o nula palatabilidad, GF4 por 9 especies subarborescentes y arbustivas, nativas, de palatabilidad baja o nula, el GF5 reunió 13 especies de arbustos, enredaderas y árboles, de palatabilidad media, y el GF6 agrupo 4 especies de gramíneas nativas de palatabilidad alta. Estos GF serán posteriormente revisados a la luz de otros caracteres asociados a la respuesta de las plantas a la herbivoría y analizados en función de diferentes cargas ganaderas y estructuras del bosque. El estudio de la funcionalidad de los ecosistemas es necesario para comprender los efectos de la ganadería en los bosques de lenga.

**Palabras clave:** caracteres funcionales, ganadería vacuna, plantas vasculares.

### Introducción

La actividad humana está ejerciendo una presión tal sobre las funciones naturales de la Tierra que ya no puede darse por seguro que los ecosistemas vayan a mantener la capacidad de sustentar a las generaciones futuras (2005). El bosque andino patagónico no es una excepción, ya que los impactos antrópicos son cada vez mayores en estos ecosistemas. Los principales impactos que se registran son el uso ganadero extensivo (Raffaele et al. 2011; Quinteros et al. 2013; Seoane 2016) y los incendios naturales o antrópicos (Defossé et al. 2014), que asociados a disturbios naturales constituyen las principales causas de degradación.

En los ecosistemas boscosos, un componente esencial es el sotobosque, ya que provee nutrientes y protege el suelo de la erosión, es la base de las cadenas tróficas, provee de hábitat para muchas formas de vida, y regula diversas funciones ecosistémicas (Lindenmayer & Hobbs 2007). Además en este estrato ocurren las primeras etapas de la regeneración arbórea (Donoso Z. 2006). El bosque de *Nothofagus pumilio* (lenga) constituye uno de los más relevantes de Patagonia, en éste el sotobosque se caracteriza por su baja diversidad taxonómica de especies nativas, distribuidas en una escasa cobertura que conforman un estrato herbáceo y un estrato arbustivo disperso (Damascos & Rapoport 2002). En presencia de ganado se registra el ingreso de hierbas exóticas (Quinteros et al.

2012) que pueden desplazar a algunas de las especies nativas, incluyendo a los renuevos del bosque (Quinteros et al. 2016).

La pérdida de especies afecta el funcionamiento de los ecosistemas (Díaz & Cabido 2001). Actualmente existe consenso de que los efectos de la diversidad de plantas sobre la funcionalidad podrían atribuirse a los caracteres funcionales de las especies (Díaz et al. 2007), vinculados a las respuestas de los organismos al ambiente y sus efectos ecosistémicos (Grime 1998; Díaz & Cabido 2001). En este sentido, el análisis de la diversidad funcional de una comunidad biológica brinda más información acerca de la respuesta de la misma al ambiente y los disturbios, que el estudio de la diversidad taxonómica de manera aislada. Una forma de interpretar la diversidad funcional es a partir de la identificación de grupos funcionales (GF). Los GF son conjuntos de organismos polifiléticos que comparten respuestas ante factores ambientales o efectos similares sobre el funcionamiento de los ecosistemas, los cuales suelen expresarse en forma de valores similares de caracteres funcionales (Díaz et al. 2002). El objetivo de este trabajo es identificar de manera preliminar GF en la comunidad de plantas en el sotobosque de lenga bajo uso ganadero.

### **Materiales y métodos**

En tres sectores de la amplia distribución de bosques de lenga de Chubut: Nahuelpan (**N**, 42° 58' 48.4''S, 71°17'57.2''O, 1300 m snm), Carrenleufú (**C**, 43° 36' 35,2" S, 71° 38' 21,0"O, 970 m snm), y Río Pico (**R**, 44° 21' 33,8" S, 71° 36' 43,4"O, 1006 m snm) se ubicaron parcelas de 500 m<sup>2</sup>; 3 en **C**, 4 en **N** y 4 en **R**. En cada parcela se ubicaron sistemáticamente 10 micro-parcelas de 1 m<sup>2</sup> donde se evaluó la presencia y cobertura de las especies de plantas vasculares, de hasta 1,5 m de altura. Esta evaluación también se efectuó en 1 clausura reciente contra ganado en **C** y otra en **R**. Para las especies identificadas en el sotobosque se consideraron algunos caracteres relevantes como respuesta al disturbio de la herbivoría (Díaz et al. 2006): altura máxima, hábito (anual o perenne), status (nativa o exótica), forma de crecimiento (1-Hierbas bajas (en roseta o postrada), 2-Hierbas altas (de tallo erguido con hojas), y 3-Hierbas gramíneas, 4-Subarbusto, 5-Arbusto, 6-Árbol y 7-Enredadera), y palatabilidad (escala de 0-5). Los primeros 4 caracteres se obtuvieron a partir de referencias bibliográficas (Giménez Gowland 2000; Zuloaga et al. 2008; Hansen et al. 2013). La escala de palatabilidad se estableció a partir del registro de cada especie en estudios de dieta de ganado vacuno de la región (Manacorda et al. 1996; Vila & Borrelli 2011; Quinteros et al. 2013) y de contenido nutricional de plantas de Patagonia (Somlo et al. 1985; Somlo & Cohen 1997), y de observaciones propias de campo (Tabla 1).

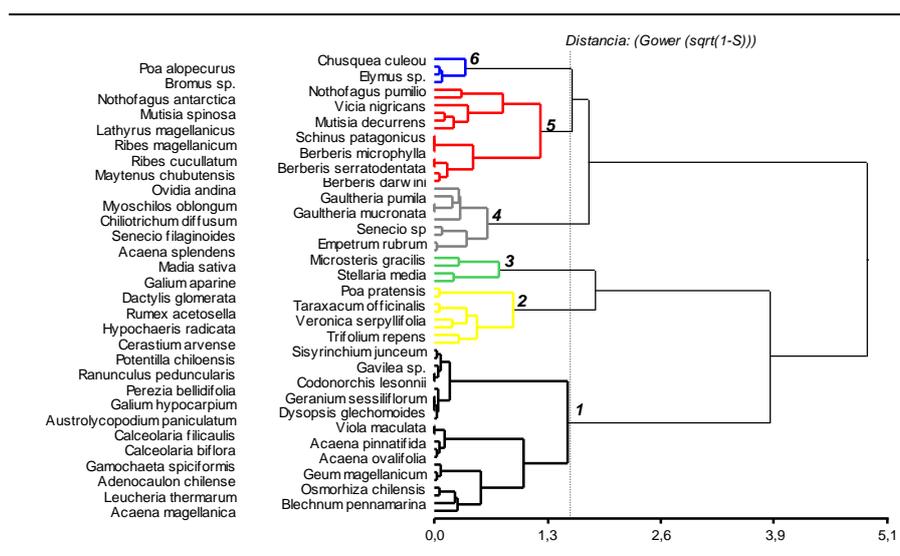
Se realizó un análisis de conglomerado con el objetivo de identificar GF de especies. Se utilizó el algoritmo de encadenamiento de Ward y la distancia de Gower que es la indicada para el tipo de variables utilizadas. El nivel de corte se determinó gráficamente a partir de la proyección visual del dendrograma. Un análisis de tablas de contingencias permitió visualizar las asociaciones de caracteres categóricos con los GF; mediante un ANOVA se evaluaron las diferencias en altura máxima entre GF. Los análisis se realizaron con el software estadístico INFOSTAT.

**Tabla 1:** Escala utilizada para caracterizar la palatabilidad de las especies. \*1 (Manacorda et al. 1996; Quinteros et al. 2013; Vila & Borrelli 2011) \*2 (Somlo & Cohen 1997; Somlo et al. 1985).

Escala de palatabilidad	Presencia en los estudios de dieta (3) *1	Calidad nutricional*2
0	0	No evaluada
1	1	No evaluada o baja
2	2	No evaluada
	1	Moderada a alta
3	3	Moderada
	2	Alta
4	3	Moderada a Alta ( <i>Nothofagus</i> y <i>Fabaceae</i> )
5	3	Alta ( <i>Poaceae</i> )

## Resultados

Se identificaron 6 GF en el sotobosque, considerando una distancia de corte de 1,54 (Figura 1). El **GF1** estuvo compuesto por 22 especies de **hierbas perennes y nativas**, bajas y altas, con escasa o nula palatabilidad y una altura máxima promedio de 35 cm. El **GF2** estuvo formado por 8 hierbas perennes y **exóticas**, incluyendo a *Trifolium repens* de palatabilidad 4, y las gramíneas *Poa pratensis* y *Dactylis glomerata* de palatabilidad 5. La altura máxima promedio de este estrato fue de 56 cm.



**Figura 1:** Dendrograma resultante del análisis de conglomerado (método de Ward y distancia de Gower) para las 60 especies del sotobosque de lenga de Chubut, en 13 parcelas a partir de los caracteres altura máxima, hábito, status, forma de crecimiento y palatabilidad.

El **GF3** estuvo conformado por 4 especies de **hierbas anuales**, 2 nativas y 2 exóticas, de palatabilidad escasa o nula y altura máxima promedio 37 cm. El **GF4** estuvo constituido por 9 especies nativas y perennes, **subarborescentes** y **arborescentes** de **escasa o nula palatabilidad**; este estrato leñoso en su altura máxima alcanza los 114 cm. El **GF5** reunió 13 especies nativas de arbusto, **árbol** y **enredadera**, con una palatabilidad media. Este GF presentó una altura máxima de 358 cm. El **GF6** agrupó 4 especies de **hierbas gramíneas nativas**, de **palatabilidad alta**. La altura máxima de este GF fue de 225 cm.

Las variables categóricas hábito, status y forma de crecimiento, y la ordinal palatabilidad, fueron útiles en la separación de los grupos funcionales al mostrar asociaciones significativas ( $p < 0,05$ , en todos los casos) a través del análisis de tablas de contingencia (Tabla 2). Además la altura máxima mostró diferencias significativas entre el GF5 y el GF1, GF2, GF3 y GF 4 (Tabla 2).

**Tabla 2:** Tabla de contingencia indicando la frecuencia absoluta por cada GF y por categoría de cada carácter. Se presentan además los valores de  $\chi^2$  de cada carácter y el p correspondiente. Al final de la tabla se presentan los resultados del ANOVA de altura máxima en relación con los GF.

Carácter		N° sp.	GF1	GF2	GF3	GF4	GF5	GF6	$\chi^2$	p
Hábito	Anual	4	0	0	4	0	0	0	60	<0,0001
	Perenne	56	22	8	0	9	13	4		
Status	Nativa	50	22	0	2	9	13	4	52,8	<0,0001
	Exótica	10	0	8	2	0	0	0		
Forma de crecimiento	Hierba baja (en roseta o postrada)	24	16	5	3	0	0	0	129,7	<0,0001
	Hierba alta (de tallo erguido con hojas)	8	6	1	1	0	0	0		
	Hierba gramínea	6	0	2	0	0	0	4		
	Subarbusto	4	0	0	0	4	0	0		
	Arbusto	12	0	0	0	5	7	0		
	Árbol	2	0	0	0	0	2	0		
	Enredadera	4	0	0	0	0	4	0		
Palatabilidad	0	19	13	1	2	3	0	0	95,6	<0,0001
	1	11	3	1	2	5	0	0		
	2	12	6	2	0	1	3	0		
	3	8	0	1	0	0	7	0		
	4	4	0	1	0	0	3	0		
	5	6	0	2	0	0	0	4		
Altura máxima en cm (promedio $\pm$ E.E)			35,5 $\pm$ 42 a	56,2 $\pm$ 70 a	37,5 $\pm$ 99 a	114 $\pm$ 65,8 a	358 $\pm$ 54 b	225 $\pm$ 99 ab	F: 5,06; p:0,0007	

## Discusión

Los caracteres seleccionados (Díaz et al. 2006) fueron relevantes para distinguir GF en el sotobosque bajo uso ganadero. El GF1 reunió mayor número de especies hierbas perennes bajas, lo cual podría deberse a la respuesta de la comunidad de plantas al disturbio de la herbivoría. Sin embargo sería importante evaluar la altura de cada especie a campo, lo cual probablemente sea de mayor relevancia en respuesta al pastoreo y ramoneo de ganado, en lugar de la altura máxima citada en la bibliografía. Las especies exóticas, todas herbáceas, reunidas en el GF2, representaron el 20 % de la riqueza similar a lo indicado en otros bosques de lenga bajo uso ganadero (Quinteros et al. 2012).

La oferta forrajera del sotobosque es escasa, de las 60 especies 16 han sido registradas en estudios de dieta (Manacorda et al. 1996; Vila & Borrelli 2011; Quinteros et al. 2013) y poseen buena calidad nutricional, incluyendo la regeneración de lenga. Esto podría significar un fuerte impacto por ramoneo en el proceso de regeneración, como se ha indicado en otros estudios (Quinteros et al. 2013). Especialmente si consideramos que en bosques aprovechados los renovales puede ser lo más abundante del sotobosque.

En estudios posteriores sería importante aplicar índices de diversidad funcional, ponderar los GF por la cobertura de las especies y revisarlos a la luz de otros caracteres funcionales como dureza de hoja, área foliar específica. Por último se propone analizar estos caracteres en relación a diferentes niveles de carga ganadera.

## Bibliografía Citada

- Damascos M.A., & E.H. Rapoport. 2002. Diferencias en la flora herbácea y arbustiva entre claros y áreas bajo dosel en un bosque de *Nothofagus pumilio* en Argentina. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 75:465-472.
- Defossé G., M.M. Godoy, L.O. Bianchi, N.S. Lederer, & C. Kunst. 2014. Fire history, fire ecology and management in Argentine Patagonia: from ancient times to nowadays. In: *Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment*-Leblon B., Alexander M.E., eds New York: Nova Science Publishers. 177-209.

- Díaz S., & M. Cabido. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol.*, 16:646-655.
- Díaz S., D.E. Gurvich, N. Pérez-Harguindeguy, & M. Cabido. 2002. ¿Quién necesita Tipo Funcionales de Plantas? *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 37:135-140.
- Díaz S., S. Lavorel, F. de Bello, F. Quétier, K. Grigulis, & M. Robson. 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *PNAS*, 104:20684–20689.
- Díaz S., S. Lavorel, S. McIntyre, V. Falczuk, F. Casanoves, D.G. Milchunas, C. Skarpek, et al. 2006. Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology*, 12:1-29.
- Donoso Z. C. 2006. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología Santiago, Chile.
- Giménez Gowland M.B. 2000. Flora nativa Nordpatagónica ilustrada. Bariloche: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Fundación Vida Silvestre Argentina - Administración de Parques Nacionales.
- Grime J.P. 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *J. Ecol.*, 86:902-910.
- Hansen N., P. Codesal, C.P. Quinteros, & C. Gallardo. 2013. Especies del sotobosque en ambientes de Ñire en Chubut Buenos Aires Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Lindenmayer D.B., & R.J. Hobbs. 2007. *Managing and Designing Landscapes for Conservation: Moving from Perspectives to Principles*. Blackwell Publishing Ltd. 608.
- Manacorda G., R. Somlo, A. Pelliza Sbriller, & P. Willems. 1996. Dieta de Ovinos y Bovinos en la región de los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Río Negro y Neuquén. *Revista de Investigaciones Agropecuaria*, 26:137 - 146.
- Quinteros C., P. López Bernal, M. Gobbi, & J. Bava. 2012. Distance to flood meadows as a predictor of use of *Nothofagus pumilio* forest by livestock and resulting impact, in Patagonia, Argentina. *Agroforest. Syst.*, 84:261-272.
- Quinteros C.P., J.O. Bava, P.M. López Bernal, M.E. Gobbi, & G.E. Defossé. 2016. Competition effects of grazing-modified herbaceous vegetation on growth, survival and water relations of lenga (*Nothofagus pumilio*) seedlings in a temperate forest of Patagonia, Argentina. *Agroforest. Syst.*:1-15.
- Quinteros C.P., M.S. Feijóo, N. Arias, P. López Bernal, & J. Bava. 2013. Dieta de verano de bovinos pastoreando en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) y mallines de Chubut, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.*, 45:285-292.
- Raffaele E., T.T. Veblen, M. Blackhall, & N. Tercero-Bucardo. 2011. Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *J. Veg. Sci.*, 22:59-71.
- Reid W.V., H.A. Mooney, A. Cropper, D. Capistrano, S.R. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta, et al. 2005. Informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Comité de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- Seoane N.F. 2016. Patrones de actividad y uso de hábitat de vacunos en el bosque andino patagónico (Valle del Llodcontó, área Mascardi del Parque Nacional Nahuel Huapi). Doctor en Biología. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche, Bariloche.
- Somlo R., & L. Cohen. 1997. Tablas de valor nutritivo de especies forrajeras Patagónicas. 1- Cordillera - Precordillera. In: Área Recursos Naturales. Nutrición Animal--Técnica C., ed. Bariloche: INTA.
- Somlo R., G. Rurañona, & R. Ortíz. 1985. Valor Nutritivo de Especies Forrajeras Patagónicas. In: Área Recursos Naturales - Dieta--Técnica C., ed. Bariloche: INTA.
- Vila A.R., & L. Borrelli. 2011. Cattle in the Patagonian forests: Feeding ecology in Los Alerces National Reserve. *Forest Ecol. Manag.*, 261:1306-1314
- Zuloaga F., O. Morrone, & M. Belgrano. 2008. Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur Missouri Botanical Garden edn. St. Louis, MO. USA.

## Adaptabilidad a la sequía del ciprés de la cordillera: variabilidad entre orígenes en los mecanismos de resistencia a la sequía

Anne-Sophie Sergent<sup>1,2\*</sup>, María Elena Fernández<sup>1,3</sup>, Guillermina Dalla-Salda<sup>2</sup>, Santiago Varela<sup>2</sup>, Juan Pablo Diez<sup>2</sup>, Mario J. Pastorino<sup>1,2</sup>, Philippe Rozenberg<sup>4</sup>, Alejandro Martínez-Meier<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CONICET; <sup>2</sup>EEA Bariloche, INTA, <sup>3</sup>EEA Balcarce-AER Tandil, INTA, <sup>4</sup>INRA Val de Loire – Orléans, Región Centro, Francia

\*Autor de correspondencia: [ansosergent@gmail.com](mailto:ansosergent@gmail.com)

### Resumen

El ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) es una conífera nativa de la Patagonia con una amplia distribución geográfica, abarcando un fuerte gradiente de precipitación de oeste a este. Sus bosques representan unos de los ecosistemas forestales más amenazados de la Patagonia. Las variaciones climáticas extremas con una mayor recurrencia de eventos de sequía resultantes del cambio climático global, en ocasiones asociadas a la presencia de enfermedades fúngicas, generan decaimientos y mortalidad. En consecuencia, resulta central para la conservación de estos bosques determinar la capacidad de adaptación al estrés abiótico, en especial hídrico, de los distintos orígenes bajo la hipótesis de que los orígenes esteparios poseen mayor resistencia que los de zonas más húmedas (adaptación local). La conductancia estomática (n= 30) y el potencial hídrico foliar (n= 75) fueron monitoreados en árboles de quince años, en un ensayo de ambiente común con cinco orígenes durante la temporada de crecimiento 2014-2015. Se determinó la vulnerabilidad a la cavitación en ramas (n= 30) y se evaluó el margen de seguridad hidráulica de cada población. Los resultados obtenidos mostraron que el ciprés puede ser considerado como una especie anisohídrica – isohidrodinámica (i.e. varía el potencial hídrico mínimo diario con el estrés, pero se mantiene constante el gradiente de potencial entre el suelo y la hoja). Se determinó una resistencia relativamente alta a la cavitación, como así también diferencias significativas entre poblaciones para el margen de seguridad hidráulica. Estos resultados indican que el ciprés tiene una alta tolerancia a la sequía y conducen a revisar los pocos antecedentes existentes que lo describen como una especie más bien “evitadora”. Diferencias significativas entre los rasgos de adaptación a la sequía demuestran no sólo procesos de adaptación local del ciprés a condiciones hídricas desfavorables, sino también la posibilidad a futuro de identificar material genético adecuado para programas de restauración y mejora genética.

**Palabras clave:** relaciones hídricas, cavitación, cambio climático

### Introducción

El ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizzarri) es la conífera nativa de mayor distribución geográfica en el norte de la Patagonia de Argentina y Chile (Pastorino et al. 2006, Serra et al. 2015). No solamente es relevante desde el punto de vista paisajístico, sino también por los múltiples servicios ambientales de sus bosques y la calidad de su madera. Dada la superposición de usos de la tierra en su área de distribución, y las variaciones climáticas interanuales que afectan la dinámica de la regeneración y la estructura de los rodales a nivel poblacional (Relva & Veblen 1998, Mundo et al. 2010), el ciprés es considerado casi amenazado por la UICN (UICN 2016). Los inusuales cambios climáticos registrados en el Hemisferio Sur durante los últimos 50 veranos afectaron de manera negativa el patrón de crecimiento de los árboles de los bosques semiáridos de la Patagonia (Villalba et al. 2012). Los bosques de ciprés están afectados por eventos de decaimiento y mortandad desde hace varias décadas. Amoroso et al. (2015) han destacado el rol del estrés hídrico inducido por sequías determinando la mortalidad de árboles en bosques de ciprés en decaimiento;

esto podría estar indicando que los bosques de ciprés están siendo llevados hacia los límites de su capacidad de aclimatación, con pocos años favorables que permiten su recuperación.

Diferentes mecanismos permiten a los árboles hacer frente a condiciones climáticas adversas como la sequía. Los pocos antecedentes para el ciprés sugieren que es una especie conservativa en el uso del agua, mostrando un comportamiento de evitación de la sequía por un cierre estomático temprano. Este comportamiento estaría ligado a una relativamente alta resistencia hidráulica (baja conductancia) a nivel de planta entera y un sistema conductivo altamente vulnerable a la pérdida de conductividad hidráulica por cavitación (Gyenge et al. 2007, Gyenge et al. 2008), variable que posee estrecha relación con la capacidad de resistir la sequía (Pockman & Sperry 2000). Esta información requiere ser confirmada, así como complementada con el estudio de otros parámetros fisiológicos, poniendo especial énfasis en la posible variación genética entre orígenes de la especie en cuanto a los mecanismos de resistencia a la sequía. Esto permitiría predecir la capacidad de adaptación de diferentes orígenes de ciprés al aumento del estrés ambiental en el contexto del cambio climático. Nos centramos en este trabajo en caracteres del comportamiento estomático y de la vulnerabilidad a la cavitación, los cuales determinan los márgenes de seguridad hidráulica. La hipótesis es que existen diferencias en el margen de seguridad hidráulica entre orígenes de ciprés, y que estas diferencias están relacionadas con la adaptación local a las condiciones climáticas, según la cual los orígenes esteparios poseen mayor resistencia que los de zonas húmedas.

### Materiales y Métodos

El dispositivo experimental usado para poner a prueba la hipótesis es un ensayo genético con estructura de orígenes y familias, instalado en 2001 en el Campo Experimental Agroforestal del INTA en Trevelin. La precipitación media anual del sitio de ensayo es 1160 mm. El suelo es de origen volcánico, profundo (80 a 100 cm), sobre una capa arcillosa. La estación de crecimiento estudiada (2014-2015) se caracterizó por ser una estación extremadamente seca. Se estudiaron cinco orígenes de ciprés, contrastantes por sus condiciones climáticas (Tabla 1). El muestreo incluyó 30 árboles en total (cinco orígenes, tres familias por origen y dos árboles por familia). Los árboles (juveniles) tenían una altura media de  $3,1 \pm 0,7$  m en 2016. Se realizaron mediciones de vulnerabilidad a la cavitación, de potencial hídrico máximo y mínimo, y de comportamiento estomático. El tipo de regulación del potencial hídrico fue evaluado a partir del seguimiento de los potenciales hídricos máximo ( $\Psi_{\text{pre-alba}}$ ) y mínimo ( $\Psi_{\text{mediodía}}$ ) medidos en ramas durante la noche (3:30-5:00 hs.) y al mediodía (12:30-14:00 hs.) respectivamente, a lo largo de la temporada de crecimiento 2014-2015 (3 fechas de medición entre enero y marzo) con una cámara de presión tipo Schölander (PMS, Corvallis, Oregón). El valor de la pendiente ( $\Delta P_{\psi}$ ) de la relación entre los dos potenciales permite determinar el grado de isohidriso o anisohidriso (Martinez-Vilalta et al. 2014). Para la construcción de curvas de vulnerabilidad a la cavitación por el método de inyección de aire (Sperry & Tyree 1990), las muestras fueron analizadas en un equipo denominado "Embolitrón". Este equipo permite la automatización de las mediciones, su replicabilidad y tiene una alta capacidad relativa de fenotipado de la vulnerabilidad a la cavitación en relación a las metodologías convencionales (Dalla-Salda, comunicación personal). Se cosecharon dos ramas por árbol en octubre de 2015, que se transportaron inmediatamente al INTA Bariloche en condiciones de hidratación. La curva de vulnerabilidad a la cavitación fue construida a partir de mediciones de pérdida de conductividad entre 0 y 5 MPa. Se estableció la presión a la cual ocurre el 12 % de pérdida de conductividad ( $P_{12}$ ), parámetro usado para definir el inicio de la cavitación del xilema para cada individuo. La regulación estomática se expresa a través de la relación entre la conductancia estomática (gs) y el potencial hídrico, ya sea en pre-alba como al momento de la medición. En este estudio el comportamiento estomático fue evaluado en función del potencial hídrico máximo ( $\Psi_{\text{pre-alba}}$ ) a lo largo de la

temporada de crecimiento 2014-2015 mediante la construcción de curvas de evolución de conductancia estomática máxima ( $g_s$ , medida a la mañana (9:00-10:30 hs.) con un porómetro SC-1 (Decagon Devices). Estas curvas permiten determinar el estado hídrico del suelo en el cual cada individuo cierra sus estomas durante el día, denominado punto de cierre estomático ( $P_c$ ), que es definido por el punto de quiebre de una regresión lineal segmentada entre  $\Psi_{\text{pre-alba}}$  y  $g_s$ , al nivel de cada origen (el error estándar del  $P_c$ , corresponde al error de estimación del punto de quiebre de la regresión lineal segmentada, estimado por un procedimiento de remuestreo. i.e. bootstrapping. El margen de seguridad hidráulica (MS) es un carácter clave e integrador de la resistencia a la sequía. La diferencia entre el  $P_{12}$  (inicio de la cavitación) y el  $P_c$  (punto de cierre estomático) es uno de los posibles márgenes de seguridad que pueden ser calculados, siendo el más conservativo. Para determinar si hubo diferencias entre orígenes para  $\Delta P_\psi$ , la pérdida de conductividad a 5 MPa,  $P_{12}$  se usaron modelos de análisis de varianza. Las correlaciones entre los caracteres ( $\Delta P_\psi$ ,  $P_{12}$ ,  $P_c$  y MS) y la latitud, longitud, altitud y la precipitación media anual fueron determinadas usando correlaciones simples de Pearson en R (R Core Team 2016).

## Resultados

La pendiente que relaciona los potenciales hídricos mínimos y máximos ( $\Delta P_\psi$ ) indica que el ciprés se comporta como una especie parcialmente anisohídrica (valores en torno a 1). Hubo diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) para esta pendiente entre orígenes. El gradiente de potencial hídrico diario (diferencia entre  $\Psi_{\text{pre-alba}}$  y  $\Psi_{\text{mediodía}}$ ) tendió a mantenerse constante a lo largo de la temporada, con un valor bajo, cercano a 0,5 MPa. Las curvas de vulnerabilidad a la cavitación indican una alta resistencia a la pérdida de conductividad. Esta fue de  $33,8 \pm 20,4$  % a 5 MPa de presión inducida en la cámara de cavitación. Las orígenes se diferenciaron en este parámetro ( $p = 0,001$ ). La presión de inicio de la cavitación en los tejidos xilemáticos de las ramas, fue de  $P_{12} = -3,59 \pm 0,66$  Mpa y diferencias entre orígenes fueron encontradas ( $p < 0,001$ ), los valores variaron entre  $P_{12} = -2,93 \pm 0,38$  Mpa y  $P_{12} = -4,31 \pm 0,53$  MPa (Tabla 1).

**Tabla 1.** Variables geográficas y valores de parámetros asociados a los mecanismos de respuesta a la sequía para cinco orígenes de ciprés: PMA: precipitación media anual,  $\Delta P_\psi$ : pendiente de la relación entre potencial hídrico en pre-alba y mediodía (cómo estimador de la regulación del potencial hídrico),  $P_{12}$ : punto de inicio de la cavitación [MPa];  $P_c$ : potencial de pre-alba al que ocurre el cierre estomático [MPa]; MS: margen de seguridad determinado a partir de la diferencia entre  $P_{12}$  y  $P_c$  [MPa]

Origen	Latitud S	Longitud O	Altitud (m.s.n.m.)	PMA (mm)	$\Delta P_\psi$	$P_{12}$	$P_c$	MS
La Fragua	-41,08	-70,95	1100	490	-0,85	-3,69	-0,89	2,79
Cerro Otto	-41,13	-71,32	900	1000	-1,07	-4,31	-1,20	3,11
El Maitén	-42,03	-71,20	750	490	-0,85	-3,65	-1,12	2,53
Rio Azul	-42,10	-71,67	300	1500	-0,79	-3,66	-1,07	2,59
Corcovado	-43,52	-71,45	500	905	-0,88	-2,93	-1,43	1,50

Se observa una reducción progresiva de la  $g_s$  máxima relacionada con la reducción del potencial hídrico máximo y mínimo, dada la estrecha relación entre ambos, hasta llegar a un cierre estomático (punto de quiebre de la relación) al nivel de la especie en  $-1,26 \pm 0,07$  MPa en pre-alba. Este valor corresponde aproximadamente a un valor mínimo diario de  $-1,75$  MPa, considerando el gradiente de potencial promedio observado a campo. La Fragua presentó el cierre estomático más temprano ( $P_c$ :

-0,89 ± 0,11 MPa), Río Azul, El Maitén y Cerro Otto presentaron valores intermedios y similares entre sí, mientras que Corcovado presentó el menor control estomático, es decir, el cierre a valores más negativos ( $P_c$ : -1,43 ± 0,15 MPa) (Tabla 1). En el margen de seguridad se observa también una variación entre orígenes con valores que varían entre 3,11 MPa (Cerro Otto) a 1,50 MPa (Corcovado) (Tabla 1). Se observó una alta correlación positiva entre el margen de seguridad y el P12 ( $r= 0,97$ ;  $p= 0,007$ ). El análisis de correlaciones entre las condiciones ambientales de origen y los parámetros fisiológicos mostró sólo una correlación significativa ( $r= -0,97$ ;  $p= 0,0063$ ) entre el margen de seguridad y la latitud.

### Discusión y Conclusión

Numerosos estudios en especies forestales se enfocan en comprender cómo los árboles enfrentan las variaciones ambientales, a través de los mecanismos de resistencia a la sequía (Meinzer et al. 2009, McDowell et al. 2010, Choat et al. 2012). Sin embargo, son escasas las referencias a variaciones intraespecíficas de esos mecanismos. Hasta nuestro conocimiento, este estudio es el primero en explorar *ex-situ* la variación fenotípica y genética de caracteres ecofisiológicos involucrados en la capacidad de adaptación al estrés hídrico del ciprés en condiciones naturales de sequía (la temporada de estudio es considerada como la tercera más seca de los últimos 58 años). Los resultados demostraron una alta resistencia del ciprés a la sequía a través de una alta resistencia a la cavitación y un cierre estomático conservativo, los cuales desafían el conocimiento existente acerca de cómo estos mecanismos se combinan, ya que el comportamiento estomático es típico de una especie evitadora, mientras que la vulnerabilidad a la cavitación del xilema denota un alto grado de tolerancia. Los individuos juveniles estudiados (árboles de 15 años de edad) evitaron desarrollar bajos potenciales hídricos mínimos, cerrando sus estomas tempranamente, i.e. más de 2 MPa antes del punto de inicio de la cavitación. Esto es un comportamiento altamente conservativo, que coincide con los antecedentes en árboles adultos y en plantines (Gyenge et al. 2008; Gyenge et al. 2007). Este estricto control estomático contrasta con los parámetros de cavitación del xilema, que definirían a la especie como tolerante a la cavitación, presentando de este modo amplios márgenes de seguridad hidráulica. La alta correlación entre P12 y MS demuestran que la resistencia a la cavitación es el principal determinante de la variación del margen de seguridad, resaltando la importancia de la integración de este carácter en los estudios de adaptación a la sequía. Sin embargo, este carácter por sí solo no permite comprender los mecanismos de resistencia a la sequía de la especie, debiendo complementarse con estudios de comportamiento estomático y/o de potenciales hídricos mínimos, así como de otras variables no exploradas en este estudio (p. ej. relaciones alométricas entre tejidos).

En conjunto, los resultados presentan al ciprés como una especie anisohídrica-isohidrodinámica, ya que mantiene un gradiente de potencial constante (aunque bajo) a lo largo de toda la temporada. El anisohidrismo es un comportamiento asociado en general a una estrategia tolerante. Sin embargo, si bien se observó una disminución del potencial mínimo con el avance de la estación seca, la caída en el mismo fue muy baja y muy alejada de los umbrales de cavitación de las ramas. Por lo tanto, no podría asociarse en este caso a una clara estrategia de tolerancia.

La variación encontrada al interior de las orígenes (resultados no mostrados) para la vulnerabilidad a la cavitación sugiere que existe un potencial de adaptación del ciprés a condiciones de crecimiento más desfavorables desde el punto de vista de la disponibilidad de agua durante la estación de crecimiento. Confirmar esto requiere explorar la variación entre familias de una misma población, de manera que pueda estimarse la varianza aditiva (varianza genética transmitida de generación en generación en poblaciones naturales)

El gradiente latitudinal -y no el de precipitación- permite explicar la variación entre orígenes para el margen de seguridad hidráulica. Estudios más detallados y extensos de las condiciones ecológicas tendrán que determinar cuáles son los parámetros que varían con la latitud para poder interpretar correctamente el significado adaptativo de ese resultado. Además, factores ambientales complementarios a la precipitación que juegan un rol clave en el balance hídrico (capacidad de retención de agua del suelo, evapotranspiración potencial y densidad del rodal) tendrán que ser explorados para determinar si compensaciones entre ellos no pueden explicar la falta de diferencia encontrada entre los orígenes esteparios y los de zona húmeda a una misma latitud. Alternativamente podría intentarse encontrar una explicación en el gradiente latitudinal demostrado para la variación genética de la especie (Pastorino et al. 2004). Estos resultados son innovadores, ya que abordan los mecanismos de resistencia a la sequía al nivel intraespecífico, y motivan a continuar con estudios de la resistencia a la sequía del ciprés, ampliando el número de orígenes y a través de nuevos caracteres como la pérdida de agua cuticular, la vulnerabilidad a la cavitación de ramas de órdenes menores y la conductividad hidráulica foliar específica, dado que es bien sabido que los árboles hacen frente a condiciones de estrés mediante la combinación de una batería de caracteres coordinados. Determinar cuáles son relevantes, su grado de variación fenotípica y genética, como así también la manera en que éstos covarian, permitirá determinar la capacidad de adaptación del ciprés, y seleccionar los genotipos que mejor se adaptarán a las condiciones del clima futuro.

### Bibliografía

- Amoroso MM, Daniels LD, Villalba R, Cherubini P. 2015. Does drought incite tree decline and death in *Austrocedrus chilensis* forests? *Journal of Vegetation Science* 26: 1171-1183
- Choat B, Jansen S, Brodribb TJ, Cochard H, Delzon S, Bhaskar R, Bucci SJ, Field TF, Gleason SM, Hacke UG, Jacobsen AL, Lens F, Maherali H, Martínez-Vilalta H, Mayr S, Mencuccini M, Mitchell PJ, Nardini A, Pittermann J, Pratt RB, Sperry JS, Westoby M, Wright LJ, Zanne AE. 2012. Global Convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature* 491(7426):752–755
- Gyenge JE, Fernández ME, Schlichter T. 2007. Influence of radiation and drought on gas exchange of *Austrocedrus chilensis* seedlings. *Bosque* 28: 220–225
- Gyenge JE, Fernández ME, Schlichter T. 2008. Are differences in productivity between native and exotic trees in N.W. Patagonia related to differences in hydraulic conductance? *Trees Structure and Function* 22: 483–490
- IUCN 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 12 October 2016
- McDowell N, Pockman WT, Allen CD, Breshears DD, Cobb N, Kolb T, Plaut J, Sperry J, West A, Williams DG, Yepez EA. 2010 Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytologist* 178: 719–739
- Meinzer FC, Johnson DM, Lachenbruch B, McCulloh KA, Woodruff DF. 2009. Xylem hydraulic safety margins in woody plants: coordination of stomatal control of xylem tension with hydraulic capacitance. *Functional Ecology* 23: 922–930
- Mundo I, El Mujtar VA, Perdomo MH, Gallo LA, Villalba R, Barrera MD. 2010. *Austrocedrus chilensis* growth decline in relation to drought events in northern Patagonia, Argentina. *Trees Structure and Function* 24(3): 561-570
- Pastorino MJ, Gallo LA, Hattermer HH. 2004. Genetic variation in natural populations of *Austrocedrus chilensis*, a cypress of the Andean-Patagonean Forest. *Biochem Syst Ecol* 32: 993-1008

- Pastorino M, Aparicio A, Azpilicueta MM. 2015. Regiones de procedencia del ciprés de la Cordillera: y bases conceptuales para el manejo de sus recursos genéticos en Argentina. 1ª ed. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Ediciones INTA. 115 pp.
- Pockman WT, Sperry JS. 2000. Vulnerability to xylem cavitation and the distribution of Sonoran Desert vegetation. *American Journal of Botany* 87: 1287–1299
- R Core Team 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Relva MA, Veblen TT. 1998. Impacts of introduced large herbivores on *Austrocedrus chilensis* forests in northern Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management* 108: 27–40
- Sperry JS, Tyree MT. 1990. Water-stress-induced xylem embolism in three species of conifers. *Plant Cell and Environment* 13: 427–436
- Serra MT, Cruz G, Promis A. 2015. En: Cruz, G. (Ed.). Ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. et Bizarri). Antecedentes ecológicos para la conservación de las comunidades en el Alto Cachapoal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago de Chile. p 37-52
- Villalba R, Lara A, Masiokas MH, Urrutia RB, Luckman BH, Marshall GJ, Mundo IA, Christie DA, Cook ER, Neukom R, Allen K, Fenwick P, Boninsegna JA, Srur AM, Morales MS., Araneo D, Palmer JG, Cuq E, Aravena JC, Holz A, Le Quesne C. 2012. Unusual Southern Hemisphere tree growth patterns induced by changes in the Southern Annular Mode. *Nature Geoscience* 5: 793–798

## Diversidad y funcionamiento de ecosistemas: estudio integrado del efecto del uso forestal de la lenga sobre la micobiota y la degradación de la madera

Patricia Valeria Silva<sup>1</sup>, Ana Laura Gallo<sup>1</sup>, Gonzalo M. Romano<sup>2</sup>, Alina G. Greslebin<sup>2\*</sup> (ex aequo)

<sup>1</sup>Área de Protección Forestal, CIEFAP – CONICET; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB- CONICET.

\*Autor de correspondencia: [agreslebin@unpata.edu.ar](mailto:agreslebin@unpata.edu.ar) / [agreslebin@gmail.com](mailto:agreslebin@gmail.com)

### Resumen

Dado que los hongos son los principales degradadores en bosques templados, frecuentemente se señala que los cambios en la diversidad fúngica afectan el funcionamiento del ecosistema; sin embargo no existen antecedentes de estudios que vinculen estos dos aspectos. Para analizar si el uso forestal afecta a la diversidad de hongos afiloforoides y agaricoides y, de ser así, si eso se refleja en el proceso de degradación de la madera, se estudió la micobiota en áreas sometidas a uso forestal (UF) y áreas control sin uso forestal (C), en 3 bosques de lenga [*Nothofagus pumilio* (Poepp.&Endl.) Krasser] de Chubut. En cada sitio se estableció una parcela por tratamiento (UF y C), donde se caracterizó la estructura del bosque, la regeneración, la topografía, y el volumen y la variedad de detritos leñosos. También se monitoreó la temperatura y la humedad ambiente, se establecieron ensayos de degradación de ramas de distintos diámetros y estados de degradación y se relevó la presencia de basidiomas de hongos durante un período de 2 años. La diversidad y abundancia de hongos afiloforoides y la cantidad y variedad de detritos leñosos fue significativamente mayor en el tratamiento UF que en C, también fue mayor la abundancia de agaricoides saprobios aunque la diferencia fue estadísticamente significativa sólo en el caso de algunas especies. La degradación fue mayor en el tratamiento UF que en C, aunque las diferencias fueron significativas sólo en el estado intermedio de degradación de las ramas con mayores diámetros. Los valores más altos de degradación estuvieron asociados a mayor diversidad y abundancia de hongos afiloforoides y a mayor humedad y temperatura, factores que afectan la actividad de los hongos en general. Esta presentación resume los resultados de distintos trabajos de investigación realizados de manera integrada, que permitieron comprender el proceso de forma más completa. El uso forestal, en intensidades de intervención medias a bajas, genera modificaciones en el bosque de lenga que favorecerían la actividad de los hongos, reflejándose en su función ecosistémica.

**Palabras Clave:** ecología forestal, lenga, Patagonia.

### Introducción

Los hongos degradadores de madera son componentes clave de los ecosistemas boscosos por su rol fundamental en el mantenimiento de la calidad de sitio, reincorporando al suelo los nutrientes inmovilizados en los tejidos de la madera (Rayner & Boddy 1988). Por tal motivo es previsible que las alteraciones que sufra esta comunidad tengan efectos sobre la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema. Sin embargo, raramente son considerados en la planificación de acciones de manejo forestal, ni se analizan los efectos que pueda tener el uso del bosque sobre los mismos y sobre sus funciones ecosistémicas. Esto se debe principalmente a la falta de información sobre aspectos ecológicos de los hongos y sobre los efectos de las acciones humanas sobre los mismos.

La diversidad de hongos lignícolas se ve directamente afectada por la cantidad y variedad de detritos leñosos, por sus características fisicoquímicas, y por las condiciones ambientales de humedad y temperatura (Renvall 1995, Bader et al 1995, Sippola & Renvall 1999, Heilmann-Clausen & Christensen 2003 y 2005, Penttilä et al 2004, Küffer & Senn-Irlet 2005), aspectos que se ven modificados por el uso forestal. Si bien existen estudios sobre la diversidad de degradadores en relación con estas variables, son escasos los que abordan su relación con el uso forestal (Lindblad

1997, Sippola et al 2001, 2004, Bader et al 1995, Küffer & Senn-Irlet 2005, Lindner et al 2006, Yamashita et al 2008), y prácticamente nulos los que evalúan el efecto de la diversidad fúngica en el proceso de degradación y en la descomposición de la madera.

En este trabajo se analizan los efectos del uso forestal en la diversidad de hongos saprófitos y en su función ecosistémica fundamental: el proceso de degradación de la madera.

### **Materiales y Métodos**

El estudio se desarrolló en tres sitios de bosque puro de lenga: Huemules ( $42^{\circ} 46' S$ ,  $71^{\circ} 27' O$ ), Reserva Forestal Lago Guacho ( $43^{\circ} 49' S$ ,  $71^{\circ} 28' O$ ) y Lago La Plata ( $71^{\circ} 20' S$ ,  $72^{\circ} 04' O$ ). Las mismas fueron seleccionadas por abarcar un gradiente de norte a sur y en un gradiente de precipitación este-oeste. En cada sitio se seleccionó un área con aprovechamiento forestal (antigüedad 16-18 años), y un área sin uso forestal cercana (distancia  $< 1$  km). En cada una de ellas se estableció una parcela de  $50 \times 50$  m que constituyó la unidad experimental de todos los estudios realizados. En cada parcela se relevó la estructura del bosque y se monitorearon variables ambientales (humedad y temperatura) a lo largo de todo el estudio.

Estructura del bosque: Se contaron y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles  $>10$  cm en toda la parcela. Los árboles de DAP menor a 10 cm y la cobertura arbórea fueron evaluados en 15 subparcelas circulares de 0,8 m de radio distribuidas regularmente dentro de la parcela experimental. Con estos datos se calculó el área basal, la cobertura arbórea promedio, y el porcentaje, la cobertura y la altura promedio de la regeneración.

Variáveis climáticas: La humedad relativa y la temperatura a 2 m de altura fueron medidas cada 6 horas mediante data loggers (EL-USB-2 Lascar) durante los 3 años de duración del estudio.

Caracterización de los detritos leñosos: Se cuantificaron todos los detritos gruesos ( $\geq 10$  cm de diám.) presentes en la parcela mientras que los detritos finos ( $>1$  cm y  $< 10$  cm) se cuantificaron en 15 subparcelas circulares de 0,8 m de radio distribuidas regularmente. De cada detrito se tomaron los siguientes datos: largo, diámetros mayor y menor, y estado de degradación (en tres categorías: incipiente, intermedio, avanzado asignadas subjetivamente a partir de las metodologías propuestas por Renvall 1995 y otros).

Diversidad y estructura de la comunidad de hongos: Bianualmente (otoño y primavera) y durante 2 años se relevó la presencia y abundancia de basidiomas de hongos afiloforoides (Fam. Corticiaceae y Polyporaceae en sentido amplio) y agaricoides [(setas, Orden Agaricales sensu Singer (1986))] en 10 sub-parcelas circulares de 4 m de radio (superficie =  $50 \text{ m}^2$ ) distribuidas al azar dentro de la parcela experimental. Las especies identificables a campo fueron censadas directamente y los ejemplares restantes fueron colectados para su posterior estudio y determinación.

Efecto del uso forestal sobre la degradación de la madera: Se evaluó la degradación de los detritos leñosos [medida como pérdida de peso seco del material (PéPS)] en cada una de las parcelas experimentales mediante un ensayo de 3 años de duración. Se utilizaron ramas de dos categorías de diámetro: finas (1-5 cm de diám.) y gruesas ( $>5$ -10 cm de diám.) y en 2 estados de degradación (ED) diferentes: incipiente (ED1) e intermedio (ED2). Las ramas fueron seleccionadas en cada parcela experimental, se midieron, pesaron, y se tomó una submuestra de cada una para determinar el peso seco. Luego se colocaron en bolsas de red de fibra de vidrio de 2 mm. Se armaron 10 bolsas por ED por parcela experimental con 4 muestras cada una (2 ramas finas y 2 ramas gruesas): total = 80 muestras en cada parcela (40 ED1 y 40 ED2). Luego de 3 años de incubación en el bosque las bolsas fueron retiradas embalándolas a campo de manera de evitar pérdida de material. En el laboratorio todas las muestras fueron limpiadas con pincel y secadas a  $60^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante. Se determinó la PéPS a partir de la diferencia entre el PS inicial estimado y el PS final de cada rama.

Diseño experimental: se realizó un diseño en parcelas divididas con parcelas principales y con un arreglo en bloques. En cada sitio (bloque) se establecieron dos parcelas principales (una C y una UF).

Dentro de cada una de ella se establecieron 10 subparcelas aleatorias, correspondientes a los 10 puntos donde se colocaron las muestras o a las 10 subparcelas de recolección de hongos en cada uno de los muestreos. Los datos se analizaron mediante ANAVA con modelo mixto con el software estadístico INFOSTAT.

## Resultados

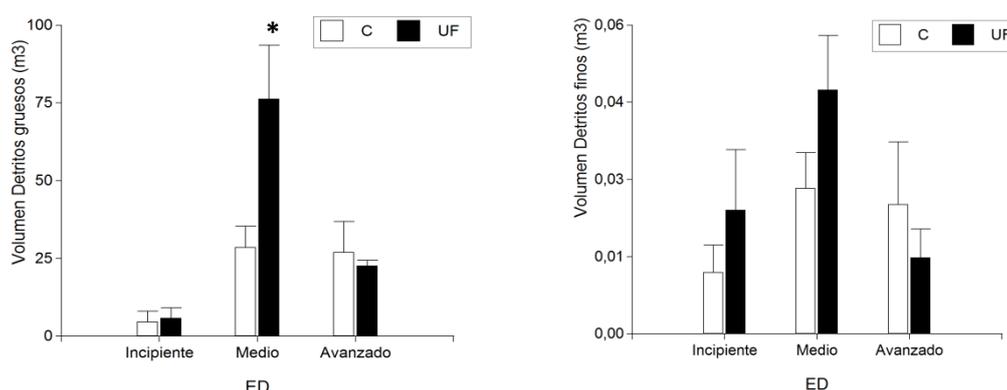
**Estructura del bosque:** Las parcelas de Huemules y Lago La Plata de ambos tratamientos fueron similares entre sí en cuanto al área basal y al número de árboles, mientras que las parcelas de Lago Guacho se distinguieron por tener valores más altos de ambos parámetros. La cobertura arbórea de las parcelas C fue similar en los 3 lugares, no así en las parcelas con UF donde la cobertura fue menor en Lago La Plata, área con la intervención forestal más intensa, y mayor en Huemules, donde la regeneración estaba bien establecida con altura máxima promedio de 1,81 m.

**Tabla 1:** Caracterización estructural y ambiental de las parcelas experimentales de cada sitio.

Sitio	Tratamiento	Años desde intervención	AB extraída (%)	AB actual ( $m^2 ha^{-1}$ )	Nº de árboles/ha	Cobertura (%)	Regeneración [ $N^{\circ} m^2 / H prom. (m)$ ]	Altura (m.s.n.m.)
Huemules	Uso forestal	16	39%	20,8 (35%)	104	65 (5,3)	4,2 (1,2) / 1,81 (1,19)	1182
	Control	-	-	49,5	304	69,3 (2,2)	3,2 (0,9) / 0,21(0,24)	1146
L. Guacho	Uso forestal	18	42%	35,1 (47%)	168	56,7 (3,8)	13,9(4,3) / 0,42(0,42)	1250
	Control	-	-	74,6	560	70 (1,7)	16,3 (6,2) / 0,13 (0,9)	1264
L. La Plata	Uso forestal	16	61%	20,4(43%)	68	44,3 (4,9)	3 (0,5) / 1,76(1,02)	944
	Control	-	-	42,5	324	68 (5,8)	6,9 (1,9) / 0,58 (0,86)	949

AB actual= área basal de la parcela experimental al inicio del estudio, entre paréntesis porcentaje que representa del área basal del rodal antes de la intervención forestal. Los valores de cobertura y regeneración son promedios de mediciones en 15 sub-parcelas, entre paréntesis el desvío estándar correspondiente. Los restantes valores corresponden a mediciones realizadas en la totalidad de la parcela experimental.

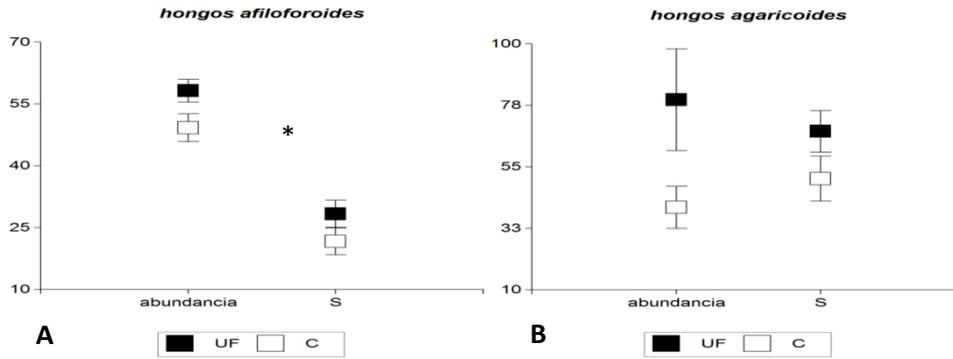
**Detritos leñosos: cantidad y variedad:** Tanto el volumen ( $418,3$  vs.  $239,8 m^3.Ha^{-1}$ ) como la cantidad ( $1110,6$  vs  $670,6$  detritos. $Ha^{-1}$ ) promedio de detritos leñosos gruesos fueron significativamente mayores en el tratamiento UF que en el C ( $F= 28,39$ ;  $p= 0,03$ ) pero la diferencia no fue homogénea a lo largo de los estados de degradación. El volumen y cantidad de detritos gruesos en estado medio de degradación fue significativamente mayor ( $F=19,59$ ;  $p= 0,4$ ) en el tratamiento UF mientras que los estados incipiente y avanzado fueron muy similares en ambos tratamientos (Fig. 1A). Los detritos finos, por el contrario, no mostraron diferencias significativas ( $F= 0,59$ ,  $p= 0,52$ ) entre tratamientos (Fig. 1 B).



**Figura 1:** Volumen promedio ( $m^3$ ) de detritos gruesos (A) y finos (B) en cada ED de las 3 parcelas de cada tratamiento. Diferencias estadísticamente significativas se indican con \*

**Diversidad y estructura de la comunidad de hongos degradadores:** La abundancia de basidiomas y la riqueza (S) de hongos afiloforoides y agaricoides fue mayor en el tratamiento UF que en el tratamiento Control (Fig. 2). En el caso de los hongos afiloforoides las diferencias fueron estadísticamente significativas y el patrón fue el mismo en los 3 sitios de estudio mientras que en los hongos agaricoides las diferencias, aunque de mayor magnitud, no fueron significativas porque el patrón se invirtió en el sitio Lago Guacho (datos no presentados). Analizadas por separado, 11

especies de agaricoides mostraron diferencias significativas de abundancia entre tratamientos (datos no presentados). La diversidad (índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Margalef) mostró el mismo patrón, con valores más altos en el tratamiento UF que en el C para los hongos afilofores, y también para los agaricoides con excepción del sitio Lago Guacho donde se invirtió el patrón (Datos

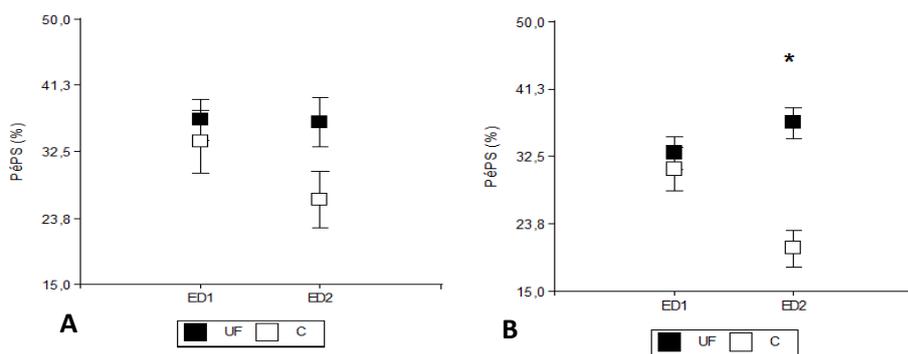


**Figura 2:** Abundancia promedio y riqueza (S) de hongos "afilofores" (A) y "agaricoides" (B) en los tratamientos Uso forestal (UF) y control (C). Diferencias significativas entre tratamientos se indican con \*.

no presentados).

**Degradación de la madera:** La pérdida de peso seco fue mayor en el tratamiento UF que en C en todos los diámetros y ED aunque las diferencias fueron más notorias en el estado intermedio de degradación (ED<sub>2</sub>) y fueron significativas solamente en las ramas gruesas de ese ED (Fig. 3).

El ACP evidenció la asociación entre las variables y permitió discriminar aquellas que contribuyen principalmente a la diferenciación de los sitios y los tratamientos. Al eje 1, que explica casi la mitad de la variabilidad, contribuyen principalmente, de forma negativa, las precipitaciones, la humedad, la intensidad de intervención forestal, la cantidad de detritos, la diversidad y abundancia de hongos degradadores, y la pérdida de peso seco; y, de forma positiva, el número de árboles y variables relacionadas a esta última como son la cobertura y el área basal. Este eje permitió discriminar las áreas con UF de las C (a excepción del área C de Lago La Plata que se ubicó cercana a las áreas UF), y evidenció grupos de variables muy asociadas (Fig. 4): por un lado la pérdida de peso con la humedad y riqueza de hongos afilofores, y, por otro lado, el volumen de detritos gruesos con la abundancia de hongos degradadores (agaricoides saprófitos (SAP) y afilofores) y la altura de la regeneración.



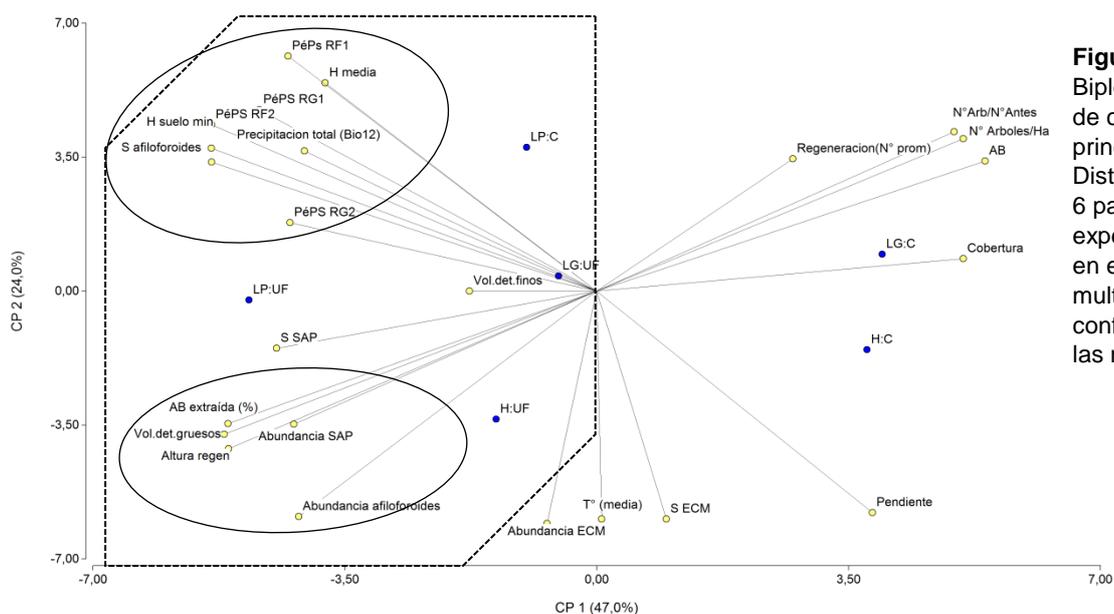
**Figura 3:** Pérdidas de peso seco promedio de ramas en distintos estados de degradación (ED) colocadas en bosque Control (C) y con uso forestal (UF). A. Ramas finas. B. Ramas gruesas. N=3. Diferencias significativas se indican con \*.

## Discusión

El ACP permite destacar es la estrecha asociación positiva de la degradación de la madera con la riqueza de hongos afilofores y la humedad. Para evaluarlo se realizó un análisis de correlación de Pearson (datos no incluidos) donde la pérdida de peso seco (PéPS) de las ramas en todas las categorías de diámetro y ED correlacionó positivamente con la humedad del suelo ( $r > 0,8$ ,  $p < 0,05$  en todos los casos), con la riqueza de hongos afilofores ( $r > 0,9$ ,  $p \leq 0,01$  en dos categorías y marginalmente significativo en otra). La PéPS de las ramas finas también correlacionó

positivamente con la humedad ambiente y las precipitaciones, y negativamente con la pendiente; las ramas gruesas, en cambio, no mostraron una correlación significativa con esas variables lo que podría indicar que los factores que generan alta humedad en el suelo afectan de manera más evidente a las ramas delgadas (susceptibles a la pérdida de humedad por su diámetro escaso) que a las ramas gruesas que tienen, en proporción, menos superficie de evaporación.

Es destacable también que la PéPS, si bien asociada a la riqueza de hongos afiloforoides, no correlacionó con la abundancia de los mismos. La abundancia, tanto de afiloforoides como de agaricoides saprobios, se asoció positivamente a la abundancia de detritos leñosos y a la intensidad de intervención, aspectos muy relacionados entre sí. Aparentemente la formación de basidiomas estaría asociada a la disponibilidad de sustratos pero la diversidad estaría más vinculada a condiciones de humedad alta, aspectos que, en conjunto, favorecerían el proceso de degradación.



**Figura 4:** Gráfico Biplot del análisis de componentes principales. Distribución de las 6 parcelas experimentales en el espacio multidimensional conformado por las mismas.

## Conclusiones

Nuestros resultados indican que el uso forestal tiene un efecto sobre la comunidad de hongos saprófitos y el proceso de degradación. Este efecto está relacionado con modificaciones de la estructura del bosque y de los detritos y favorece la formación de basidiomas y la actividad de los hongos, lo que se ve reflejado en una aceleración de la degradación de la madera. Dado que el proceso de degradación es complejo y depende de múltiples factores, el efecto de los cambios en la comunidad de hongos degradadores no se ve reflejado de forma lineal en la degradación sino que se evidencia una tendencia, que se ve más claramente en los estados intermedios de degradación. Los factores asociados positivamente a la degradación de la madera fueron principalmente la diversidad de hongos y la humedad, que es un factor determinante para la actividad fúngica.

## Bibliografía Citada

- Bader P, Jansson S, Jonsson BG. 1995. Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests. *Biol. Conserv.* 72: 355–362.
- Heilmann-Clausen J, Christensen M. 2003. Fungal diversity on decaying beech logs—implications for sustainable forestry. *Biodivers. Conserv.* 12: 953–973.
- Heilmann-Clausen J, Christensen M. 2005. Wood-inhabiting macrofungi in Danish beech-forests conflicting diversity patterns and their implications in a conservation perspective. *Biol. Conserv.* 122: 633–642.

- Küffer N, Senn-Irlet B. 2005. Influence of forest management on the species-richness and composition of wood-inhabiting basidiomycetes in Swiss forests. *Biodivers. Conserv.* 14: 2419–2435.
- Lindblad I. 1998. Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: relations to forest management and substrate quality. *Nord. J. Bot.* 18: 243–255.
- Lindner DL, Burdsall HH Jr, Stanosz GR. 2006. Species diversity of polyporoid and corticioid fungi in northern hardwood forests with differing management histories. *Mycologia* 98: 195–217.
- Penttilä R, Siitonen J, Kuusinen M. 2004. Polypore diversity in managed and old-growth boreal *Picea abies* forests in southern Finland. *Biol. Conserv.* 117: 271–283.
- Rayner ADM, Boddy L. 1988. Fungal decomposition of wood: its biology and ecology. Wiley, New York. 587 p.
- Renvall P. 1995. Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia* 35: 1:5.
- Sippola AL, Renvall P. 1999. Wood-decomposing fungi and seed tree cutting: a 40-year perspective. *For. Ecol. Manage.* 115: 183–201.
- Sippola AL, Lehesvirta T, Renvall P. 2001. Effects of selective logging on coarse woody debris and diversity of wood-decaying polypores in eastern Finland. *Ecological Bulletins* 49: 243–254.
- Sippola AL, Similä M, Mönkkönen M, Jokimäki J. 2004. Diversity of polyporous fungi (Polyporaceae) in northern boreal forests: effects of forest site type and logging intensity. *Scand. J. For. Res.* 19: 152–163.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS

## Variación temporal y espacial de la humedad de suelo y las raíces finas en bosques de ñire bajo uso silvopastoril en la Patagonia sur

Héctor A. Bahamonde<sup>1,2\*</sup>, Santiago Sosa Lobato<sup>2</sup>, Estefanía Gesto<sup>2</sup>, Guillermo Martínez Pastur<sup>3</sup>,  
María Vanessa Lencinas<sup>3</sup>, Rosina Soler<sup>3</sup>, Pablo L. Peri<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>INTA; <sup>2</sup>UNPA; <sup>3</sup>CONICET

\*Autor de correspondencia: [bahamonde.hector@inta.gob.ar](mailto:bahamonde.hector@inta.gob.ar)

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue medir la variación temporal y espacial de la humedad del suelo y la densidad de raíces finas herbáceas y arbóreas en bosques de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril. Durante cuatro años se midió estacionalmente la humedad volumétrica de suelo (HVS) en los primeros 20 cm en tres niveles de coberturas de copa (CC) (bajo copa, entre copas y sin árboles) y en dos profundidades (0-20 y 20-40 cm) para dos bosques de ñire en la provincia de Santa Cruz. En las mismas situaciones se realizaron dos muestreos de raíces finas de herbáceas y arbóreas (*N. antarctica*) (uno al inicio de la primavera y otro a fines del verano). La HVS en general no varió entre CC ( $P > 0,05$ ), con valores promedio de 13% en verano, 15% en otoño y 22% en invierno, siendo la excepción la primavera donde los valores bajo copas fueron más bajos ( $p < 0,05$ ) con 21% de HVS, mientras que los lugares más abiertos promediaron un 28% de HVS. Durante verano, otoño y primavera la HVS fue más alta bajo copas, pero no se encontraron diferencias en las restantes coberturas, mientras que en invierno no se apreciaron diferencias entre profundidades en ninguna de las coberturas. La masa de raíces finas (MRF) en todo el perfil de suelo evaluado (0-40 cm) presentó variaciones entre coberturas de copa solo en el caso de las herbáceas, siendo mayor en los lugares sin árboles durante las dos fechas evaluadas. Al comparar entre herbáceas y ñire la MRF no presentó diferencias en ninguna de las coberturas ni fechas medidas. Por otro lado, la MRF de herbáceas fue más alta en marzo en todas las coberturas de copa, mientras que la MRF de ñire no varió entre fechas para ninguna cobertura. Estos datos aportan información útil sobre las interacciones entre el estrato herbáceo y arbóreo de los bosques de ñire bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur. No obstante, se debe continuar con estudios más frecuentes en tiempo y espacio de este tipo de cuantificaciones para tener información más acabada a los fines de aportar al manejo sustentable de los ñirantales.

**Palabras clave:** Bosque nativo, plantas herbáceas, competencia.

### Introducción

En la porción austral continental de la Patagonia argentina en la provincia de Santa Cruz, los bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) cubren aproximadamente 160.000 ha distribuidas en distintas calidades de sitio. El 70% de esta área tiene potencial uso silvopastoril enmarcado en la Ley Bonasso (26.331) de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Peri & Ormaechea 2013). Los sistemas silvopastoriles combinan pasturas, árboles y animales que interactúan en una misma superficie. El balance de tales interacciones podría generar efectos positivos (*facilitación*), negativos (*competencia*) o neutros, que determinan la productividad y calidad del componente forrajero y consecuentemente la producción ganadera (Bahamonde 2011). En la Patagonia en general y en los bosques de ñire que limitan con la estepa en particular, la disponibilidad de agua del suelo es un factor limitante para la productividad forrajera (Peri et al. 2016). Por un lado, la cantidad de agua de las áreas que están debajo de la copa de los árboles reciben menos cantidad de agua de lluvia que las áreas abiertas (Schroth & Sinclair 2003). Además las copas de los árboles reducen la cantidad de radiación solar que llega al suelo y reducen la evaporación de agua. Por otro lado, los árboles pueden competir con las hierbas por agua, aunque puede existir una intensidad de competencia menor porque las raíces extraen este recurso de porciones de suelo de diferente profundidad (Thevathasan & Gordon 2004). Asimismo, en el sur de la Patagonia, la velocidad del viento es hasta 70% menor en el bosque de ñire que en lugares

adyacentes sin cobertura arbórea (Bahamonde et al. 2009), lo cual disminuye fuertemente la evaporación de agua del suelo. En los bosques de ñire bajo uso silvopastoril en la Patagonia Sur se evaluó la productividad y calidad forrajera bajo distintas coberturas de copa (Bahamonde et al. 2012) y la competencia por absorción de nitrógeno entre árboles y herbáceas (Gargaglione et al. 2014). Por otro lado, se sabe que la distribución espacial de las raíces finas de los árboles y su vegetación asociada (otros estratos más bajos como herbáceas) en sistemas agroforestales son altamente importantes para entender las interacciones entre los distintos componentes de los sistemas silvopastoriles (Mead et al. 1993). Sin embargo, el estudio de la interacción entre el estrato herbáceo y arbóreo asociada al agua es prácticamente inexistente en sistemas silvopastoriles en bosques de *N. antarctica* en Patagonia. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar la variación temporal y espacial de la humedad del suelo y la densidad de raíces finas herbáceas y arbóreas en bosques de ñire bajo uso silvopastoril.

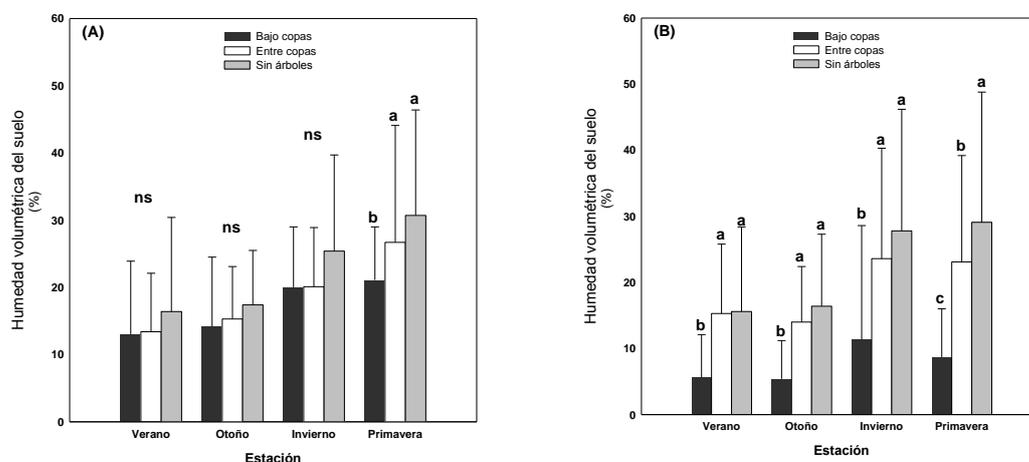
### Materiales y Métodos

En el área de estudio, el clima es templado frío semiárido de meseta con temperaturas medias anuales cercanas a los 5 °C y precipitaciones que oscilan entre los 200 y 400 mm anuales (Paruelo et al. 1998). Los suelos son Molisoles, en su mayoría de textura franco-arenosa, el pH suele ser ligeramente ácido y pueden contener ceniza volcánica (Del Valle 1998). Se muestrearon dos rodales puros coetáneos de ñire con diferentes calidades de sitio (según la clasificación de Ivancich et al. 2011) y cuyas características estructurales y de edad han sido previamente informadas (Bahamonde 2011; Bahamonde et al. 2013): (i) Estancia Cancha Carrera, clase de sitio IV ( $IS_{50}$  entre 3,6 y 5,1 m, altura dominante final entre 8,0 y 9,9 m), en media ladera con exposición Este ( $51^{\circ} 13' 22''$  S -  $72^{\circ} 15' 32''$  O) y (ii) Estancia Tres Marías, clase de sitio V, en plano ( $IS_{50} < 3,6$  m, altura dominante final  $< 8$  m). En cada sitio se seleccionaron áreas adyacentes sin árboles para tener situaciones sin interceptación arbórea de ingreso de agua al suelo. Durante cuatro años se midió la humedad volumétrica de suelo (HVS) bajo copa (cobertura promedio 65%), entre copas (35%) y sin árboles (0%), y en las profundidades de suelo 0-20 y 20-40 cm (*Time Domain Reflectometry* mod. FM-3-14.62). Las coberturas de copa de cada sitio fueron cuantificadas y dadas a conocer en Bahamonde (2011). Las mediciones para cada profundidad y cobertura de copa fueron 34 en primavera, 40 en verano, 40 en otoño y 28 en invierno. La medición de la biomasa radicular fina (MRF) se realizó colectando en esta área muestras de raíces finas ( $< 2$  mm de diámetro), una en septiembre y otra en marzo. Para ello se utilizó un muestreador cilíndrico de acero galvanizado de 20 cm de longitud y  $72,65$  cm<sup>2</sup> de área circular ( $1.453$  cm<sup>3</sup>). En el laboratorio, este material se lavó y separó las raíces finas de hierbas y ñire. Posteriormente, las raíces se secaron a 60 °C hasta alcanzar un peso constante (horno) y se pesaron (balanza de 0,01 g de precisión).

### Resultados

En general, HVS en los primeros 20 cm de profundidad no varió entre coberturas de copa (ANOVA,  $p > 0,05$ ), excepto en primavera (ANOVA,  $p < 0,05$ ) (Fig. 1). Contrariamente, entre los 20 y 40 cm de profundidad durante las 4 estaciones hubo diferencias significativas en la HVS entre coberturas de copa (Fig. 1). Por otro lado, independiente de la cobertura de copas y la profundidad hubo diferencias estacionales significativas ( $p < 0,05$ ) con valores más altos en invierno y primavera (sin diferencia entre ellos) que en verano y otoño (sin diferencia entre ellos). Cuando comparamos entre profundidades las diferencias dependieron de cada cobertura de copas y estación evaluada. Durante verano, otoño y primavera la HVS fue más alta en los primeros 20 cm en la cobertura bajo copas, pero no se encontraron diferencias en las restantes coberturas, mientras que en invierno no se apreciaron diferencias entre profundidades en ninguna de las coberturas.

**Fig. 1.** Humedad volumétrica del suelo medida en distintas estaciones del año y a distintas profundidades: 0-20 cm (A), 20-40 cm (B); en tres coberturas de bosque de ñire bajo uso silvopastoril. Las barras indican el desvío estándar de las medias.



La MRF en todo el perfil de suelo evaluado presentó variaciones entre coberturas de copa solo en el caso de las herbáceas, siendo mayor en los lugares sin árboles durante las dos fechas evaluadas (Tabla 1). La MRF no presentó diferencias en ninguna de las coberturas ni fechas medidas al comparar entre herbáceas y ñire. Por otro lado, la MRF de herbáceas fue más alta en marzo en todas las coberturas de copa, mientras que la MRF de ñire no varió entre fechas para ninguna cobertura (Tabla 1).

**Tabla 1.** Densidad media (desvío estándar) de raíces finas de hierbas y ñire ( $\text{kg m}^{-3}$ ) colectadas entre 0 y 40 cm de profundidad con distintas situaciones de copa. Letras minúsculas distintas indican diferencias de medias entre nivel de cobertura dentro del tipo de planta y misma fecha. Letras mayúsculas distintas indican diferencias de medias entre tipo de planta dentro del nivel de cobertura ( $p < 0,05$ ).

Situación	Septiembre		Marzo	
	Hierbas	Ñire	Hierbas	Ñire
Bajo copa	1,03 (0,3)a	1,17 (1,0)a	18,44 (10)bA	0,96 (0,4)aB
Entre copa	2,06 (1,3)a	0,48 (0,2)a	24,91 (12,4)bA	0,76 (0,3)aB
Sin árboles	5,71 (2,0)b		59,88 (25)a	

Cuando se comparó la MRF entre hierbas y ñire para cada cobertura de copas las diferencias dependieron de cada momento y profundidad de suelo. Por ejemplo, en los primeros 20 cm no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el mes de septiembre, pero en marzo la MRF de herbáceas fue significativamente mayor a la MRF de ñire. Por otro lado, de 20 a 40 cm de profundidad no hubo diferencias en ninguna de las fechas evaluadas. En todas las situaciones de coberturas, fechas y tipos (herbáceas y ñire) aproximadamente el 70% de las raíces se encontraban en los primeros 20 cm de profundidad.

## Discusión

Los valores de humedad volumétrica del suelo medidos en este trabajo en general se encuentran en el rango de lo reportado previamente para los bosques de ñire en la misma zona (Bahamonde 2011) y superiores a los informados por Ferrante (2011) en la estepa de Santa Cruz, en sitios ubicados al Oeste de los bosques evaluados en este estudio. Las variaciones estacionales en la humedad del suelo estarían dadas por una combinación de factores. Durante el invierno el crecimiento de herbáceas estaría fuertemente limitado por las temperaturas (Bahamonde et al. 2012) reduciéndose la demanda de agua del suelo. En el mismo sentido, al ser el ñire una especie caducifolia que no tiene hojas en el invierno y que rebrota recién en primavera tardía, también contribuye a que haya más agua en el suelo. Sumado a esto la nieve que cae en invierno permanece un tiempo en el suelo y se deshíela en primavera aumentando los niveles de humedad del suelo. En contraste, en verano y otoño es cuando mayor es la demanda de agua del suelo tanto por herbáceas como por los árboles.

Asimismo, la mayor frecuencia de los vientos en Patagonia durante primavera y verano (Paruelo et al. 1998) con mayor magnitud en los lugares sin cobertura arbórea (Bahamonde et al. 2009) generarían mayores pérdidas de la humedad del suelo por evaporación.

El hecho que se hayan encontrado menores valores de humedad en los lugares bajo copas entre los 20 y 40 cm de profundidad, y no así en los primeros 20 cm, probablemente se deba a que la mayor interceptación de las precipitaciones por parte de las copas haya producido un gradiente significativo con la profundidad, de manera que la menor cantidad de agua que llega al suelo en mayores coberturas de copa alcance en mucho menor proporción las mayores profundidades del suelo (Le Maitre et al. 1999; Weigandt et al. 2015). En Patagonia los antecedentes sobre cuantificación de raíces finas son escasos. Schulze et al. (1996) reportaron valores entre 2500 y 29000 kg m<sup>-3</sup> de raíces en los primeros 30 cm en un gradiente bosque estepa, sin embargo tales valores corresponden a raíces finas y gruesas y sin discriminar entre tipos de plantas (herbáceas o leñosas). Peri et al. (2008) cuantificaron la masa de raíces finas de ñire en un bosque de calidad marginal (Clase de sitio 5 de acuerdo a Ivancich et al. 2011) y reportaron valores de entre 0,1 y 5 Mg ha<sup>-1</sup>, en rodales maduros (120-180 años) y en regeneración (8-20 años), respectivamente.

Respecto a la MRF medidas en este trabajo, las diferencias encontradas en las herbáceas entre lugares dentro del bosque y sin árboles eran esperables considerando la competencia que tienen las herbáceas dentro del bosque y que se ven mayormente limitadas por luz. Asimismo, las diferencias encontradas entre fechas en el caso de las raíces de herbáceas estarían indicando una clara estacionalidad en el crecimiento de las herbáceas propiciado principalmente por mayores temperaturas, como se indicaba previamente. Sin embargo, en las raíces de ñire no se vieron tales diferencias, lo cual podría indicar que las raíces de ñire tendrían una tasa de renovación más lenta o que no varía mayormente con la estación. La alta proporción de raíces distribuidas entre los primeros 10 y 20 cm del suelo han sido reportadas previamente en Patagonia para gramíneas (Schulze et al. 1996; Ferrante 2011). Estos datos aportan información nueva sobre las interacciones entre el estrato herbáceo y arbóreo de los bosques de ñire bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur. No obstante, se debe continuar con estudios más frecuentes en tiempo y espacio de este tipo de cuantificaciones para tener información más acabada sobre las relaciones entre árboles y herbáceas en estos sistemas.

### Bibliografía Citada

Bahamonde HA. 2011. Efecto de variables ambientales sobre la productividad primaria neta aérea y la concentración de proteína bruta de gramíneas en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*): creación de un modelo de simulación. Tesis de Maestría en Recursos Naturales, Universidad de Buenos Aires. 148 pp.

Bahamonde HA, Peri PL, Martínez Pastur G, Lencinas V. 2009. Variaciones microclimáticas en bosques primarios y bajo uso silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en dos clases de sitio en Patagonia Sur. Pp. 289-296 en Actas del 1º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 14-16 Mayo, Misiones, Argentina.

Bahamonde HA, Peri PL, Álvarez R, Barneix A. 2012. Producción y calidad de gramíneas en un gradiente de calidades de sitio y coberturas en bosques de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. en Patagonia. *Ecología Austral* 22: 62-73.

Bahamonde HA, Peri PL, Monelos LH, Martínez Pastur G. 2013. Regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* 34(1): 89-101.

Del Valle HF. 1998. Patagonian soils: a regional synthesis. *Ecología Austral*: 8: 103-123.

- Ferrante D. 2011. Distribución del agua en el suelo y su relación con la estructura radical y producción de biomasa de tres tipos funcionales, en un pastizal de la estepa magallánica seca, Santa Cruz. Tesis de Maestría, Universidad de Buenos Aires. 119 pp.
- Gargaglione V, Peri PL, Rubio G. 2014. Tree–grass interactions for N in *Nothofagus antarctica* silvopastoral systems: evidence of facilitation from trees to underneath grasses. *Agroforestry Systems* 88: 779-790.
- Ivancich H, Martínez Pastur G, Peri PL. 2011. Modelos forzados y no forzados para el cálculo de índice de sitio en bosques de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur. *Bosque* 32(2): 135-145.
- Le Maitre D, Scott D, Colvin C. 1999 A review of information on interaction between vegetation and groundwater. *Water* 25: 137-52.
- Mead DJ, Lucus RJ, Mason EG. 1993. Studying interactions between pastures and *Pinus radiata* in Canterbury's sub-humid temperate environment – the first two years. *New Zealand Forestry* 38: 26–31.
- Paruelo JM, Beltrán A, Jobbágy E, Sala OE, Golluscio RA. 1998. El clima de la Patagonia: patrones generales y controles sobre los procesos bióticos. *Ecología Austral*: 8: 85-101.
- Peri PL, Gargaglione V, Martínez Pastur G. 2008. Above- and below-ground nutrients storage and biomass accumulation in marginal *Nothofagus antarctica* forests in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 233: 85–99.
- Peri PL, Ormaechea SG. 2013. Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo. Ediciones INTA, Buenos Aires. 88 pp.
- Peri PL, Bahamonde HA, Lencinas MV, Gargaglione V, Soler R, Ormaechea S, Martínez Pastur G. 2016. A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems*: 1-28.
- Schroth G, Sinclair F L. 2003. Soil nutrient availability and acidity. In: *Trees, crops and soil fertility*. CABI Publishing. pp 93-130.
- Schulze E D, Mooney H A, Sala OE, Jobbágy E, Buchmann N, Bauer G, Canadell J, Jackson RB, Loreti J, Oesterheld M, Ehleringer JR. 1996. Rooting depth, water availability, and vegetation cover along an aridity gradient in Patagonia. *Oecologia* 108: 503-511.
- Thevathasan NV, Gordon AM. 2004. Ecology of tree intercropping systems in the north temperate region: experiences from southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems*: 61: 257-258.
- Weigandt M, Gyenge J, Fernández ME, Varela S, Schlichter T. 2015. Afforestations and wetlands, are they a good combination? Study of water fluxes in two cases of Patagonian wetlands. *Ecohydrology*, 8(3): 416-425.

## Producción de semillas en bosques de lenga con distintos manejos silvícolas en Tierra del Fuego: análisis de 14 años después de la cosecha forestal

Marcelo D. Barrera<sup>1\*</sup>, Juan Manuel Cellini<sup>1</sup>, María Vanessa Lencinas<sup>2</sup>, Rosina Soler<sup>2</sup>, Guillermo Martínez Pastur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LISEA Universidad Nacional de La Plata; <sup>2</sup> Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC CONICET)

\*Autor de correspondencia: [mbarrera@agro.unlp.edu.ar](mailto:mbarrera@agro.unlp.edu.ar)

### Resumen

Se han propuesto varias alternativas de cosecha en los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra del Fuego, basados en diferentes patrones y grados de retención, que se apoyan en la regeneración natural. En este sentido, la producción de semillas es el factor clave para la continuidad del bosque. El objetivo fue evaluar la producción de semillas en cuatro tratamientos con (cortas de protección-CP, retención variable-RV, retención agregada y tala rasa-RA) y sin manejo (bosque primario-BP) en un periodo de 14 años (2002-2015). Se colocó un número variable de cajones plásticos (0,235 m<sup>2</sup>) de acuerdo a los tratamientos, de modo de capturar la variabilidad de los rodales (n=5 en BP y CP, n=15 en RV y RA), que fueron recolectados anualmente luego de la caída de las semillas (mayo). Las variaciones interanuales presentan máximos esporádicos (e.g. 2007) seguidos de producciones muy escasas, donde el comportamiento entre tratamientos no sigue un mismo patrón (e.g. diferencias entre cobertura de dosel). La producción anual promedio varió con los tratamientos: en BP fue de 3,46±1,52 mill.ha<sup>-1</sup> (máx. de 22,12 mill.ha<sup>-1</sup>), mientras que el promedio en RV fue significativamente mayor (4,31±1,33 mill.ha<sup>-1</sup>), y en CP y RA fue menor (1,82±0,89 y 1,54±0,56 mill.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Para estandarizar las diferencias por área basal se dividió por esta última para poder compararse (BP:63,6; CP:30,4; RV:27,8; RA:21,3 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). BP tuvo una producción anual promedio de 54±24 miles.m<sup>2</sup>, siendo significativamente mayor en RV con 155±48 miles.m<sup>2</sup> pero también mayores en CP con 60±29 miles.m<sup>2</sup> y RA 72±26 miles.m<sup>2</sup> respecto del BP. Aquellos tratamientos que mostraron una alta variabilidad interanual (e.g. RV) presentan mayores ventajas, ya que años donde altas coberturas de dosel generan mayor producción de semillas, las mismas son aportadas por la retención agregada, mientras que años donde coberturas abiertas generan mayor producción de semillas, las mismas son aportadas por la retención dispersa. Esto genera una mayor producción promedio anual. En este sentido, es necesario considerar patrones de heterogeneidad espacial para garantizar una mayor producción de semillas y asegurar la regeneración en los rodales bajo manejo.

**Palabras Clave:** cobertura de copa, retención variable, cortas de protección.

### Introducción

La regeneración exitosa de un bosque natural depende de, entre otros factores, una producción adecuada de semillas viables y de las características micro-ambientales y edáficas que garanticen la estratificación, germinación, y posterior supervivencia y desarrollo de las plántulas. En los bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (lenga), el patrón de producción de semillas es variable, fluctuando año a año entre 0,5 y 12,0 millones de semillas por hectárea (sem.ha<sup>-1</sup>), y existiendo una periodicidad en los años de mayor producción (e.g. siete años); en esos picos de producción, se alcanzan valores de 15-16 millones de sem.ha<sup>-1</sup> (Schmidt 1997; Cuevas 2000) en bosques primarios. También se observan grandes variaciones espacio-temporales, como en otras especies de *Nothofagus* (Kelly & Sork 2002). Esta periodicidad en la producción de semillas podría afectar la regeneración del bosque con posterioridad al aprovechamiento forestal, siendo de suma importancia la adecuada elección del método de regeneración a emplear. Los bosques de lenga pueden ser aprovechados, regenerados y manejados según diversas propuestas (Schmidt & Urzúa

1982; Martínez Pastur et al. 2000; Cellini et al. 2003; Gea et al. 2004; Bava y López Bernal 2005). El método de regeneración más difundido es la corta de protección propuesto por Schmidt y Urzúa (1982), sin embargo en la actualidad se están empleando también otros métodos de regeneración como el de retención variable, el cual consiste en dejar una porción remanente de la cubierta forestal luego del aprovechamiento por más de un turno forestal, formando manchones o islas de distintas formas y tamaños. La propuesta de Martínez-Pastur & Lencinas (2005) y Martínez-Pastur et al. (2009) para Tierra del Fuego, incluye dejar un 30% del bosque productivo en forma de agregados de 60 m de diámetro (uno por hectárea) resguardando las características bióticas y abióticas del bosque puro (retención agregada) y un 15% en forma dispersa entre los agregados (retención dispersa). Este método tiene como meta alcanzar un equilibrio entre los aspectos económicos y ecológicos, como una combinación entre los tipos de retención dispersa y agregada, método que ya se aplica en forma extensiva en muchos sectores de Tierra del Fuego (Martínez Pastur & Lencinas 2005; Martínez Pastur et al. 2011). En bosques de lenga se han implementado estas prácticas de cosecha con diferentes grados de retención desde 2001, por lo tanto los diferentes escenarios nos brindan una interesante oportunidad para estudiar cómo es el patrón y la producción de semillas en estas diferentes propuestas silvícolas, diseñando estudios a mediano y largo plazo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de semillas en cuatro tratamientos con manejo (cortas de protección, retención variable, y retención agregada y tala rasa) y sin intervenciones (bosque primario) en un estudio de largo plazo.

## **Materiales y Métodos**

### *Sitio de estudio y diseño experimental*

Se trabajó en un bosque de lenga de 61 ha en la Ea. San Justo (54° 06' S, 68° 00' O) en Tierra del Fuego, que presentaba todo el rango de calidades de sitio determinados para la lenga. Los rodales de los mejores sitios ( $IS_{60} = 19,8$  a  $23,2$  m) (Martínez Pastur et al. 1997) presentaron un volumen total de  $1100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , mientras que en los sitios de menor calidad ( $IS_{60} < 9,8$  m) el volumen total fue menor a  $400 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (Martínez Pastur et al. 2000, Gea et al. 2004). El clima se caracteriza por veranos fríos y cortos e inviernos largos con alta duración de la cubierta de nieve. Según datos durante parte del período de estudio (Lencinas et al. 2008), la temperatura media mensual varía desde  $-0,2$  °C a  $10,4$  °C (con máximas extremas de  $-9,6$  °C en julio a  $24,9$  °C en febrero). La precipitación fue de  $382 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$  dentro del bosque primario, mientras que en los rodales cosechados de  $639 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$ .

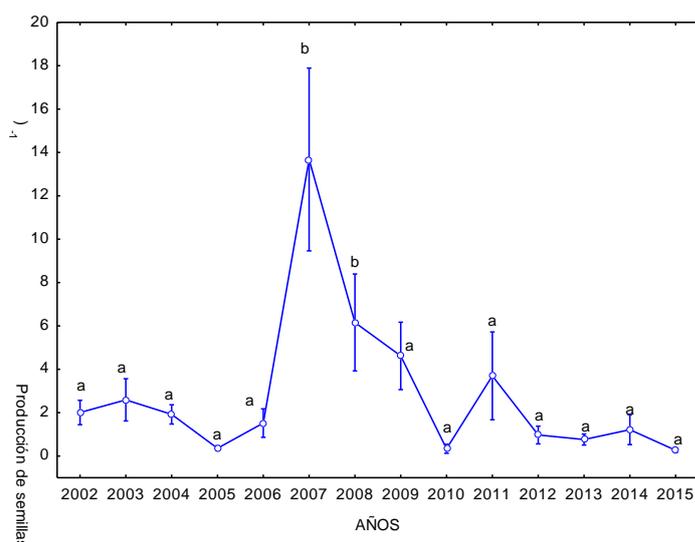
El bosque fue subdividido en parcelas donde se aplicaron diferentes tratamientos de regeneración: (a) un bosque primario sin intervención (8,6 ha) (BP), (b) una primera intervención con corta de protección (23,6 ha) (CP), (c) un tratamiento de retención variable con retención agregada y retención dispersa (10,7 ha) (RV), y (d) un tratamiento con agregados y talas rasas entre ellos (18,5 ha) (RA). Todas las intervenciones se realizaron al mismo tiempo en el verano del 2001, y contenían un gradiente de las calidades de sitio descriptas, factor que no fue analizado en el presente trabajo.

### *Variables medidas y análisis estadístico*

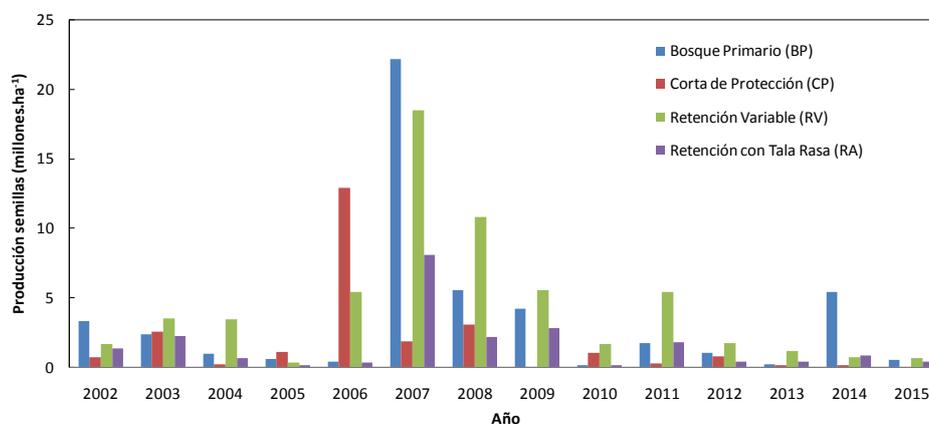
Para la recolección de semillas se dispusieron un número variable de cajones plásticos ( $0,235 \text{ m}^2$ ) de acuerdo a los tratamientos, de modo de capturar la variabilidad de los rodales ( $n=5$  en BP y CP,  $n=15$  en RV y RA). Los mismos fueron colocados en sectores del bosque con calidad de sitio media-alta ( $IS_{60} = 19,2$ - $19,6$ ). Las semillas fueron recolectadas cada año en el mes de mayo a lo largo de un período de 14 años (2002-2015). Las mismas fueron transportadas al laboratorio y contadas. El período de estudio va desde el año 2002 hasta el 2015. Con el objeto de estandarizar la producción de semillas por el área basal de cada tratamiento (BP= $63,6$ ; CP= $30,4$ ; RV= $27,8$ ; RA= $21,3 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) se obtuvo el cociente entre ambas variables. La variación en la producción de semillas para cada año y método de regeneración fue analizada mediante análisis de varianza de medidas repetidas y prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) a posteriori.

## Resultados y Discusión

La producción promedio de semillas para todo el bosque presentó variaciones interanuales marcadas, con un pulso de máxima "semillazón" (*masting*) en el año 2007, con valores de  $13,68 \pm 2,19$  millones de semillas. $\text{ha}^{-1}$  y el menor fue de  $0,26 \pm 0,06$  millones. $\text{ha}^{-1}$  para el 2015 (Figura 1, 2). El análisis de medidas repetidas presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $F = 3,56$ ;  $P = 0,0266$ ), entre años ( $F = 26,625$ ;  $P < 0,001$ ), y hubo una interacción significativa entre ambos efectos ( $F = 2,92$ ;  $P = 0,0001$ ).



**Figura 1:** Producción anual promedio de semillas (millones. $\text{ha}^{-1}$ ) del bosque de lenga (primario y bajo manejo) para el periodo 2002-2015 en la Ea. San Justo (Tierra del Fuego). Letras diferentes indican diferencias significativas según el Test de Tukey ( $P < 0,01$ ).

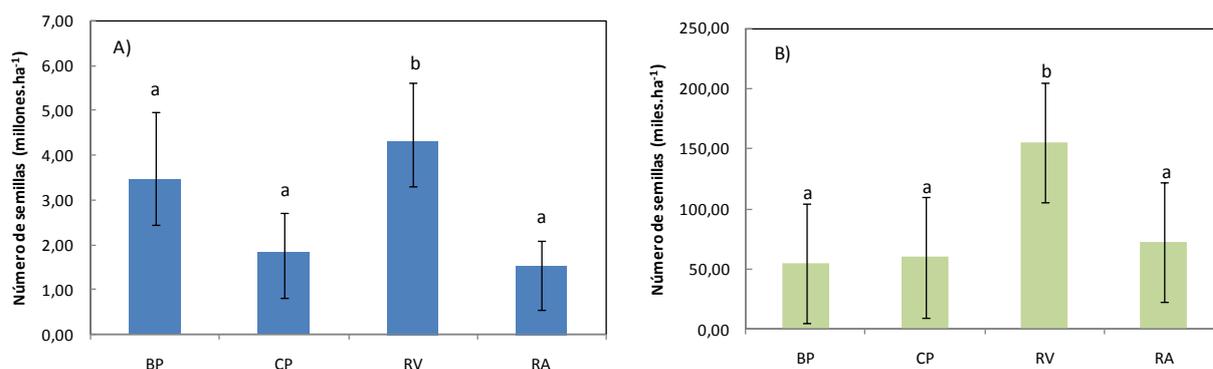


**Figura 2:** Producción anual de semillas (millones. $\text{ha}^{-1}$ ) para bosques de lenga primarios (BP) y bajo manejo (CP, RV y RA) para el periodo 2002-2015 en la Ea. San Justo (Tierra del Fuego).

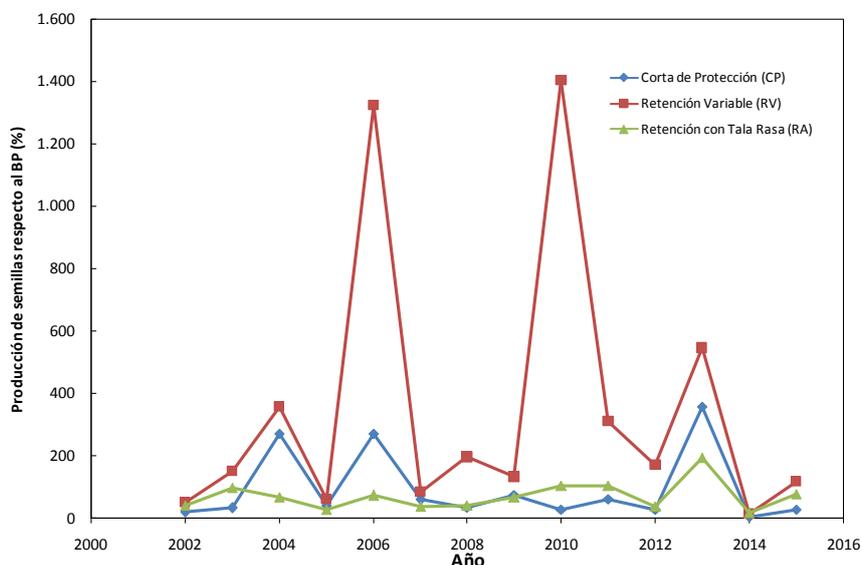
Esta interacción indica que las diferencias encontradas por tratamiento no son constantes en el tiempo. Las producciones de semillas de los años 2007 y 2008 ( $6,16 \pm 1,09$ ) se diferenciaron de las restantes. La alta variabilidad y la existencia de años de máxima producción han sido reportadas en diversos trabajos. Un estudio cercano a la Ea. San Justo (Cuevas 2000) indica una periodicidad de 7 años, con valores extraordinarios de  $50,0$  millones. $\text{ha}^{-1}$ , mientras que otro estudio a  $250$  km de nuestro sitio (Schmidt et al. 1995) documenta que en los años 1982, 1988 y 1996 ocurrieron altas producciones de semilla, de hasta  $15$  millones. $\text{ha}^{-1}$ .

Del estudio a largo plazo se desprende que la producción de semillas ha sido de mayor magnitud en sectores no aprovechados (año 2007, 2014, entre otros), mientras que para otros años se detectó en

los sectores cosechados (e.g. 2006, 2008, por ejemplo). Esto implica que los máximos en la producción de semillas presentan patrones diferenciales entre los sectores aprovechados y no aprovechados. La producción anual promedio (Figura 2A y 2B) varió con los tratamientos donde en BP fue de  $3,46 \pm 1,52$  mill.ha<sup>-1</sup> (máx. de 22,12 millones.ha<sup>-1</sup>), mientras que el promedio en RV fue mayor significativamente diferente ( $4,31 \pm 1,33$  millones.ha<sup>-1</sup>), y en CP y RA fue menor ( $1,82 \pm 0,89$  y  $1,54 \pm 0,56$  millones.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). El Bosque Primario tuvo una producción anual promedio de  $54 \pm 24$  miles.m<sup>2</sup>, siendo significativamente mayor en RV con  $155 \pm 48$  miles.m<sup>2</sup> pero también mayores en CP con  $60 \pm 29$  miles.m<sup>2</sup> y RA  $72 \pm 26$  miles.m<sup>2</sup> respecto del BP (Figura 3B).



**Figura 3:** A) Producción anual promedio de semillas (millones.ha<sup>-1</sup>) de lenga para el periodo estudiado (2002-2015) y B) estandarizada al área basal para bosques primario (BP) y manejados, corta de protección (CP), retención variable (RV) y retención agregada (RA) en la Ea. San Justo (Tierra del Fuego). Letras diferentes indican diferencias significativas según el Test de Tukey (P < 0,01).



**Figura 4:** Producción anual promedio de semillas (%) en bosques manejados relativa a la producción del bosque primario (BP) de lenga para el periodo 2002-2015 en la Ea. San Justo (Tierra del Fuego).

Otro aspecto interesante fue la producción de semillas en los bosques manejados con relación al BP (Figura 4). Las parcelas con RV tuvieron un promedio de 350% más de producción para el período estudiado, con valores máximos de 1324% (2006) y 1404% (2010). Mientras que los valores para la CP y la RA oscilaron entre un 92 y 69 %, respectivamente, con relación al BP. Es interesante resaltar que los patrones de producción de semillas en las áreas no intervenidas (BP y dentro de los agregados) y en las áreas intervenidas (CP, y su equivalente en la retención dispersa) fue diferente.

Si bien algunos años de máxima producción coincidieron en sitios aprovechados y no, en otros la producción fue alta solamente en los sectores no intervenidos y mínima en los intervenidos. Otras veces, la producción fue muy alta en los sectores intervenidos y mínima en los sectores no intervenidos. En este sentido, el tratamiento de RV tuvo una mayor producción de semillas al combinar ambas situaciones (Figura 4). Las potenciales explicaciones a dicho comportamiento pueden estar en el clima y las variaciones inter-anales. En este sentido el trabajo de Torres et al. (2015) establece diferentes disparadores climáticos que influyen en la producción de semillas, que se diferencian entre bosques con y sin intervención.

### Conclusiones

La producción de las semillas fue variable entre las distintas propuestas de aprovechamiento, encontrándose marcadas variaciones anuales y detectándose años de producción extraordinaria. Los mejores rendimientos de producción de semilla estandarizados por área basal resultaron en la retención variable, debiéndose a la combinación de sectores cosechados y no cosechados dentro de los rodales bajo manejo. En este sentido, resulta necesario tener en cuenta los patrones de heterogeneidad espacial que generan las distintas propuestas silvícolas (desde la homogeneización total en la corta de protección a la heterogeneidad generada por la retención variable) de manera tal de poder garantizar una mayor producción de semillas y poder asegurar la correcta regeneración en los rodales bajo manejo.

### Agradecimientos

Al aserradero Los Castores, la consultora Servicios Forestales S.A., a los proyectos de financiación, especialmente al Proyecto PIARFON (S.A.yD.S.), y a todos los estudiantes, becarios y tesistas que colaboraron en la toma de datos a lo largo de todos estos años.

### Bibliografía Citada

- Bava J, López Bernal PM. 2005. Cortas de selección en grupo en bosques de lenga. IDIA-XXI 5: 39-42
- Cellini JM, Martínez Pastur G, Vukasovič R, Lencinas MV, Díaz B, Wabö E. 2003. Hacia un manejo forestal sustentable en los bosques de Patagonia. Área B: Bosques para el Planeta. Actas XII Congr. Ftal. Mundial. Trab. 0013. Québec, 21-28 Sep. p 413
- Cuevas JG. 2002. Episodic regeneration at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. J. Ecol. 90: 52–60
- Gea G, Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV. 2004. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser primary forests. Forest Ecology and Management 201: 335-347
- Kelly D, Sork VL. 2002. Mast seeding in perennial plants: why, how, where? Annals of Review Ecology and System. 33:427-47
- MartínezPastur G, Lencinas MV, Peri P, Cellini JM. (2008). Flowering and seeding patterns in unmanaged and managed *Nothofagus pumilio* south Patagonian forests. Forstarchiv 6: 60-65+
- Martínez Pastur G, Peri P, Vukasovic R, Vaccaro S, Piriz Carrillo V. 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. Phytos 6: 55–60
- Martínez Pastur G, Cellini JM, Peri P, Vukasovic R, Fernández C. 2000. Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). Forest Ecology and Management 134: 153–162
- Martínez Pastur G, Lencinas MV. 2005. El manejo forestal en los bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. Revista IDIA-XXI 5: 107-110

- Martínez Pastur G, Lencinas MV, Cellini J, Peri PL, Soler Esteban R. 2009 Timber management with variable retention in *Nothofagus pumilio* forests of Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 258: 436-443
- Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV, Barrera MD, Peri, PL. 2011. Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. *For. Eco. Manage.* 261: 178-186
- Schmidt H, Urzúa A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Universidad de Chile. *Ciencias Agrícolas* 11. 62 p
- Schmidt H. 1997. Aprovechamiento y sustentabilidad productiva en el bosque de lenga en Magallanes. Conferencia Internacional. *Sistemas de producción forestal: Análisis, cuantificación y sustentabilidad*. Talca (Chile). 7 p
- Schmidt H, Caldentey J, Donoso S. 1995. Informe: Investigación sobre el manejo de la lenga – XII Región. Universidad de Chile – CONAF. 40 p
- Torres AD, Cellini JM, Lencinas MV, Barrera MD, Soler R, Díaz-Delgado R, Martínez Pastur G. 2015. Seed production and recruitment in primary and harvested *Nothofagus pumilio* forests: Influence of regional climate and years after cuttings. *Forest Systems* 24(1): e-016

## Modelos de área foliar para ciprés y coihue: herramienta base para la conducción de bosques mixtos

Caselli M <sup>1,3</sup>, Loguercio GA <sup>2,4</sup>, Urretavizcaya MF <sup>1,3</sup>, Defossé GE <sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> CONICET

<sup>2</sup> Área de planificación, conservación y manejo de bosques, CIEFAP

<sup>3</sup> Área de ecología de sistemas terrestres, CIEFAP

<sup>4</sup> Docente de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** [mcaselli@correociefap.org.ar](mailto:mcaselli@correociefap.org.ar)

### Resumen

El área foliar (AF) es una variable importante tanto en estudios ecofisiológicos como silviculturales para cuantificar la producción potencial de los árboles, y es considerada la variable biológica más apropiada para modelar el crecimiento a nivel individual y de rodal, debido a que de ella dependen procesos esenciales como la fotosíntesis, respiración, transpiración y absorción de luz. Debido a que es de difícil determinación, se suelen utilizar otras variables correlacionadas de más simple medición para estimarla. En ese sentido, apoyado en el modelo de tubos, que expresa que el agua necesaria para abastecer una unidad de follaje es provista por una unidad proporcional de tejido de conducción en el fuste, se utiliza el área de albura (AA) en la base de la copa viva como variable independiente. A su vez, existe una fuerte relación entre el área de albura en la base de la copa viva (BCV) y el área de albura a la altura del pecho. El ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y el coihue (*Nothofagus dombeyi*) son especies endémicas de los bosques andino-patagónicos que crecen en formaciones mixtas y puras. El objetivo del trabajo es determinar las relaciones AA-AF para ciprés y coihue. Por ello se están realizando muestreos destructivos de árboles de ambas especies en bosques mixtos. Para determinar su área foliar se pesan las copas, se determina la relación área/peso de muestras foliares, y su área de albura en la base de la copa viva y a 1,3 m de rodajas obtenidas del fuste. Los resultados preliminares de 10 cipreses y 10 coihues (DAP 11 a 50 cm) muestran ajustes de funciones lineales AA a 1,3 m - AA en BCV con R<sup>2</sup> superiores a 0,9; y funciones polinómicas AA en BCV - AF con R<sup>2</sup> superiores a 0,85. Se planea completar un mínimo de 30 árboles y seleccionar las ecuaciones más adecuadas para su posterior utilización en estudios que relacionen el crecimiento de ciprés y coihue en el bosque mixto con respecto al índice de área foliar (área foliar por unidad de superficie).

**Palabras clave:** área de albura, crecimiento, índice de área foliar

## Efecto de la luminosidad y la disponibilidad hídrica sobre la supervivencia y el crecimiento inicial de renovales de ciprés de la cordillera y coihue

Caselli M <sup>1,3</sup>, Urretavizcaya MF <sup>1,3</sup>, Loguercio GA <sup>2</sup>, Defossé GE <sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> CONICET

<sup>2</sup> Área de planificación y manejo, CIEFAP

<sup>3</sup> Área de ecología de sistemas terrestres, CIEFAP

Autor de correspondencia: [mcaselli@correociefap.org.ar](mailto:mcaselli@correociefap.org.ar)

### Resumen

El ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y el coihue (*Nothofagus dombeyi*) crecen asociadas en sitios relativamente húmedos, pero no se conoce aún cómo el régimen de humedad interactúa con los requerimientos de luz de las especies y condiciona su establecimiento. El objetivo fue determinar el efecto de la luminosidad y la disponibilidad hídrica sobre la supervivencia y crecimiento inicial de renovales de ciprés y coihue en vivero. El ensayo se estableció en macetas de 5 lts. con 3 niveles de cobertura (SC: 0-20, C50: 55-65, C80: 90-95 en % respecto a cielo abierto) y 3 de humedad (H1: 100-80, H2: 70-50, H3: 40-20 en % respecto a capacidad de campo del sustrato) en un diseño completamente aleatorizado, 20 plantas por especie y tratamiento. Luego de la primera estación de crecimiento se determinó: supervivencia, incremento medio en diámetro de cuello (ID), en altura (IA) y en volumen (IV). Se analizaron las interacciones entre los niveles de humedad (H), cobertura (C) y especie (SP) y los efectos principales si las mismas no fueron significativas. La supervivencia fue afectada sólo por la H ( $p=0,026$ ) siendo menor en H3. En todos los tratamientos y variables de medición el coihue mostró incrementos mayores a ciprés. En el ID las interacciones significativas fueron C-SP y H-C ( $p<0,0001$  y  $p=0,018$ ). El ID para ciprés fue  $SC>C50>C80$  y para coihue  $SC=C50>C80$ . En todas las coberturas el ID fue menor en H3 y en todas las humedades el ID fue menor en C80. En el IA la interacción significativa fue C-SP ( $p=0,003$ ). Para ambas especies el IA fue mayor en C50. En el IV la interacción C-SP fue significativa ( $p<0,0001$ ). El IV en coihue fue  $C50>SC>C80$  y en ciprés  $SC=C50>C80$ . En ambas especies la humedad disponible es el factor limitante para la supervivencia. La interacción H-C afecta el ID el cual está estrechamente asociado al crecimiento de raíz y posibilidad de exploración del suelo. El IA e IV son favorecidos por la cobertura intermedia en coihue y las coberturas intermedia a nula en ciprés. Los resultados son un aporte a considerar en pautas de manejo y plantación de estas especies.

**Palabras clave:** interacción, cobertura, humedad

## Relación entre el índice de área foliar y el crecimiento en rodales mixtos de ciprés de la cordillera y coihue

Caselli M <sup>1,3</sup>, Loguercio GA <sup>2,4</sup>, Urretavizcaya MF <sup>1,3</sup>, Defossé GE <sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> CONICET

<sup>2</sup> Área de planificación, conservación y manejo de bosques, CIEFAP

<sup>3</sup> Área de ecología de sistemas terrestres, CIEFAP

<sup>4</sup> Cátedra de Ordenación Forestal, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** [mcaselli@correociefap.org.ar](mailto:mcaselli@correociefap.org.ar)

### Resumen

El ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*) se combinan naturalmente formando estructuras bi-multiestratificadas, cuya dinámica es necesario conocer para la toma de decisiones de manejo a nivel de rodal. Diversos estudios han demostrado la importancia que la ocupación tridimensional del espacio de crecimiento, que puede representarse con el área foliar, tiene sobre el crecimiento y la productividad de los rodales. Este aspecto cobra especial importancia en el diseño de esquemas de manejo de bosques mixtos, donde los recursos del sitio son utilizados de diferente forma por los distintos componentes del rodal (especies y estratos de altura). En este trabajo se está estudiando el crecimiento de rodales mixtos, por especie y estrato de alturas en relación al índice de área foliar, definido como la suma de las áreas foliares por unidad de superficie. Para ello se seleccionaron diferentes estructuras con distinta participación de ambas especies, donde se establecieron 10 parcelas de 700 a 1.000 m<sup>2</sup>, se censaron todos los árboles y se tomaron muestras de tarugos a 1,3 m de altura de cada individuo. Con los tarugos se determina el crecimiento de los últimos 10 años y el área de albura, para luego mediante un modelo de área foliar individual, estimar el índice de área foliar a nivel de rodal. Con esta información se analizará el crecimiento por especie y estrato con el fin de seleccionar las estructuras que más se adecuen según objetivos de manejo utilizando el índice de área foliar como herramienta para la conducción. Resultados preliminares muestran que el área de albura de coihue es muy superior a la de ciprés a igual diámetro, lo cual implica mayor área foliar y mayor crecimiento en volumen. Por otro lado, en general a nivel de rodal el coihue presenta menor frecuencia aunque la ocupación del espacio es similar a la de ciprés. Se presentarán resultados de distribución de área foliar y crecimiento de ambas especies por estrato que permitirán analizar la eficiencia de crecimiento (crecimiento en volumen por unidad de área foliar) por posición social.

**Palabras clave:** espacio de crecimiento, estructura compleja, área de albura

## Respuesta de la regeneración natural de ñire a la exclusión de herbívoros nativos y domésticos en Tierra del Fuego

Cena ME<sup>1,2</sup>, Soler R<sup>3</sup>, Martínez Pastur G<sup>3</sup>, Cellini JM<sup>4</sup>

<sup>1</sup> AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> Dirección General de Desarrollo Forestal de Tierra del Fuego

<sup>3</sup> CADIC, CONICET

<sup>4</sup> LISEA, Fac. Cs. Agrs. y Ftiles, UNLP

**Autor de correspondencia:** [meugecena@gmail.com](mailto:meugecena@gmail.com)

### Resumen

Los herbívoros nativos y exóticos al modificar las comunidades de plantas a través del pisoteo y ramoneo, juegan un papel decisivo sobre el éxito de la regeneración del bosque. En Patagonia Sur, la cría de ganado dentro del bosque nativo es un uso productivo muy difundido pero poco se conoce sobre la interacción del ganado y la regeneración. El objetivo fue evaluar el efecto de exclusión diferencial de herbívoros domésticos y nativos (guanaco) sobre la regeneración natural del bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*). Se trabajó en una estancia (54°17'S, 67°03'O) con vacas (0,5-1 ind/ha) y otra (54°15'S, 66°57'O) con ovejas (1-1,5 ind/ha) en las que se fijaron bloques compuestos por dos tratamientos de exclusión (225 m<sup>2</sup> cada uno): clausuras bajas (exclusión de ganado con acceso de guanacos) y clausuras altas (exclusión total) y un sector con pastoreo libre (testigo). En cada sitio se evaluó la estructura forestal y se analizó la regeneración en parcelas permanentes. Más del 50 % de las plantas relevadas fueron de rebrote. La estancia con ovejas tuvo mayor densidad de plantas, pero más bajas (6,7 cm), mayor porcentaje de ramoneo en 2015 (30 %) aunque disminuyó (20 %) en 2016 y menor daño por sequía (2 %). Mientras, la estancia con vacas contó con plantas más viejas (hasta 8 años), de mayor altura (9,2 cm), con menor porcentaje de ramoneo (20 % en 2015 a 10 % en 2016) pero mayor daño por sequía (10 %). Los tratamientos tuvieron un efecto significativo, observándose mayor densidad de plántulas en la exclusión total (16,6 ind/m<sup>2</sup>) que en las bajas y el testigo (4,2-4,1 ind/m<sup>2</sup>) y menor daño por ramoneo (2,8; 19,9 y 17,5 % respectivamente). Sin más, el porcentaje de plantas ramoneadas en 2016 disminuyó y la altura de las plántulas incrementó (2 cm en promedio) en todos los tratamientos pero sin diferencias significativas. La supervivencia (83-92 %) fue similar en todos los casos. Estos resultados, aunque son de corto plazo, evidencian la influencia que ejerce el tipo de ganado sobre la regeneración del bosque y el efecto acumulado que existe con los herbívoros nativos.

**Palabras clave:** clausuras, ramoneo, ñirantales.

## Revisión de experiencias de restauración en plantaciones de pinos en la Patagonia Andina

Manuel de Paz<sup>1\*</sup>, Estela Raffaele<sup>1</sup>, Miriam E. Gobbi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecotono, INIBIOMA, Universidad Nacional del Comahue – CONICET; <sup>2</sup> CRUB e INIBIOMA – Universidad Nacional del Comahue – CONICET.

\*Autor de correspondencia: [manolodpz@yahoo.com.ar](mailto:manolodpz@yahoo.com.ar)

### Resumen

Las plantaciones de especies exóticas en el noroeste patagónico han sido establecidas, generalmente, en sitios de bosque nativo degradado. En las últimas décadas se comenzaron a realizar ensayos de restauración con especies nativas con el fin de restablecer el bosque nativo y/o con fines productivos. En particular, existen ensayos recientes en sitios con plantaciones y/o invasiones de especies exóticas arbóreas. El objetivo de este trabajo es evaluar el éxito de dichas intervenciones y analizar las posibles causas asociadas. Se recopiló información de 92 plantaciones de especies nativas realizadas en el marco de 18 proyectos de revegetación efectuadas en sitios donde se erradicaron los pinos. Esto representa el 10 % de las experiencias de plantaciones en Patagonia. Las especies utilizadas fueron 9 arbóreas (*Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus dombeyi*, *N. antarctica*, *N. pumilio*, *N. obliqua*, *N. nervosa*, *Luma apiculata*, *Maytenus boaria*, *Pilgerodendron uviferum*) y 5 arbustivas (*Aristolelia chilensis*, *Diostea juncea*, *Schinus patagonicus*, *Berberis* sp. y *Buddleja globosa*). En el 60 % de estas experiencias la supervivencia al año superó el 30 %. Se compararon proporciones de éxitos y fracasos para las distintas especies y se realizó un análisis de correspondencia con las características y tratamientos de cada plantación para discutir las posibles causas de los éxitos y fracasos de estos ensayos.

**Palabras clave:** erradicación, revegetación, clausuras.

### Introducción

La recuperación y restauración de ambientes alterados es una preocupación que cobra cada vez mayor importancia a nivel mundial, consistentemente con los altos grados de deterioro y destrucción de ambientes naturales (González-Espinosa *et al.* 2008). La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud (procesos funcionales), integridad (composición de las especies y la estructura de la comunidad) y sostenibilidad (resistencia a la perturbación y la resiliencia) (SER 2004).

Los proyectos de restauración se conciben como la intersección de componentes sociales, económicos y naturales (Higgs 1997, Newton 2007), por lo tanto integrar la sociedad a los procesos de restauración puede convertirse en una herramienta importante que cambie el paradigma "sociedad como consumidor del ambiente" a "sociedad como parte del ambiente" (González-Espinosa *et al.* 2008, Newton 2007).

Los bosques andino patagónicos de Argentina han sido afectados por procesos de alteración y degradación como incendios, extracción de madera y de áridos, ganadería extensiva, contaminación de suelos, etc., que en muchos casos actúan de manera sinérgica (Raffaele *et al.* 2011). La aprobación de nuevas leyes de protección y recuperación de los bosques nativos plantea nuevas perspectivas para el mejoramiento y la conservación de los mismos. Según el ordenamiento territorial marcado por la Ley Nacional de Bosques N° 26.331 y las respectivas leyes provinciales, la superficie boscosa se clasifica en tres categorías de conservación (de mayor a menor: roja, amarilla y verde), definidas en función del valor ambiental de las distintas unidades de bosque nativo y de los servicios ambientales que estos presten (e.g. turismo, aprovechamiento de madera, conservación de

suelo, fauna, calidad de agua y biodiversidad). Los bosques que son clasificados en zonas amarillas constituyen actualmente el 58 % de la superficie del total. En estas zonas se están iniciando planes de manejo de bosque nativo, con variado grado de avance en las distintas provincias (Peri & Ormaechea 2013). Los planes de manejo incluyen zonas de usos múltiples, de conservación y de recuperación del bosque mediante técnicas de revegetación. Asimismo, en algunas zonas rojas se están iniciando proyectos de recuperación de bosques (APN 2010) y algunas experiencias productivas con especies nativas (Pastorino comunicación personal). Sin embargo, no existen en la actualidad revisiones del estado del conocimiento y/o pautas de cómo se deben manejar aquellas zonas que deben ser recuperadas según la Ley.

En otras regiones, la revisión de trabajos de restauración ha contribuido a profundizar el conocimiento del manejo y la restauración de los bosques (Benayas *et al.* 2009, Gómez-Aparicio *et al.* 2004). Dada la falta de información sistematizada de los trabajos de restauración y revegetación con especies nativas, en especial en sitios con plantación de especies exóticas, que constituyen el 10 % de las experiencias, resulta importante recopilar y revisar la documentación existente sobre este tema, para conocer el nivel de éxito de las experiencias y evaluar la efectividad de las técnicas empleadas.

## Materiales y Métodos

### *Colección de los datos*

Se conformó una base de datos unificada de proyectos de revegetación de los bosques andino-patagónicos a partir de fuentes académicas y no académicas, mediante una búsqueda bibliográfica y entrevistas/encuestas semi estructuradas. A partir de esta revisión se confeccionó una base de datos donde se registró para cada proyecto: tipo de bosque, disturbio previo, fuentes de información, año de inicio del proyecto, fuentes de financiamiento, superficie intervenida, objetivos del proyecto, especie/s utilizadas, tratamientos aplicados (siembra o plantación de especies nativas, presencia de clausuras y nodrizas, aplicación de enmiendas de suelo, riego, edad de los plantines y raleos), monitoreo, estación de plantación o siembra, supervivencia al año y a la última medición realizada. Para este trabajo se consideraron sólo aquellos proyectos realizados en sitios con plantaciones de pinos exóticos. Esta revisión es parte de un proyecto que estamos desarrollando a nivel nacional sobre estrategias de restauración de bosques.

### *Análisis de datos*

Se realizaron comparaciones de las proporciones de éxitos y fracasos considerando las especies plantadas, el año de plantación, las instituciones que participaron, edad de los plantines, tratamientos y la estación en que se realizó la plantación. Se analizó con un análisis de correspondencia múltiple la asociación entre la supervivencia al año de los plantines de especies nativas ( $\text{Alta} \geq 60\%$ ,  $\text{media: } 60\% > x > 30\%$  y  $\text{Baja} \leq 30\%$ ) y las características de los proyectos de revegetación, considerando: edad de los plantines (1; 2 y 3), estación de la plantación (I= invierno, P= primavera, O= otoño), disturbio previo (fuego, invasión, ganado) y tratamientos (nodriza-control N, enmiendas-control E, clausura-control CL).

## Resultados

Las plantaciones de especies nativas en sitios con plantaciones o invasión de especies exóticas en Patagonia han sido mayoritariamente realizadas en otoño (68 %) y resultaron exitosas en un 60 % de los casos considerados, aunque en general (90 % de los relevamientos realizados) sólo fueron monitoreadas a corto plazo (2 años o menos). Asimismo, la mayor cantidad de plantines han sido plantados en otoño (80 %) y con resultados exitosos (77,4 %). El área intervenida suma 143 ha y, en promedio, cada plantación 1,5 ha. La especie más utilizada ha sido *A. chilensis*, seguida de *N.*

*dombeyii* (Tabla 1). La mayoría de las plantaciones fue realizada por instituciones del Estado con fines de recuperar áreas degradadas (61,3 %) y de investigación (18,3 %). Entre estas instituciones encontramos organismos y empresas de los estados provinciales, Universidades e institutos de investigación. En algunos casos, se realizaron proyectos con fines de investigación mixtos entre el Estado y ONGs y privados (16,1 %) y sólo en el 4 % de las plantaciones se trató de una iniciativa privada.

**Tabla 1.** Plantaciones de especies nativas realizadas en las distintas estaciones. Supervivencia al año mayor al 30 % (éxito) o menor al 30 % (fracaso) y sin dato de supervivencia. Se indica la cantidad de platines para estas categorías (n)

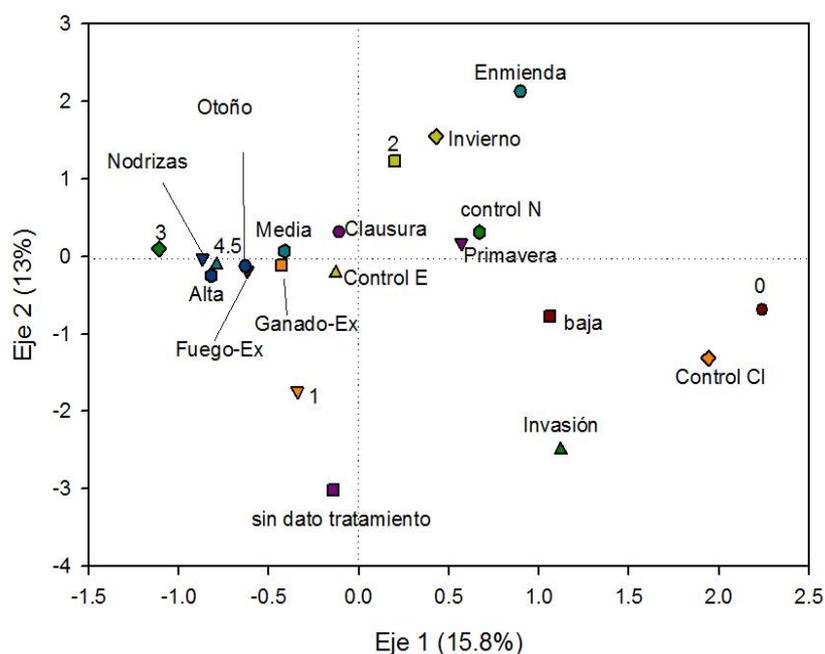
Especie	Éxito		Fracaso		Sin dato	
	plantación	n	plantación	n	plantación	n
<i>Araucaria araucana</i>	1	1000			1	
<i>Aristotelia chilensis</i>			1	10		10
<i>Austrocedrus chilensis</i>	14	75878	8	4338	9	
<i>Berberis sp</i>					1	
<i>Buddleja globosa</i>					1	
<i>Diostea juncea</i>					1	
<i>Luma apiculata</i>			1	700	7	
<i>Maytenus boaria</i>			2	40	3	
<i>Nothofagus dombeyii</i>	8	2068	6	2628	10	
<i>Nothofagus nervosa</i>	1				1	
<i>Nothofagus obliqua</i>	2	200			1	
<i>Nothofagus pumilio</i>	2	670			1	
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	1	30				
<i>Schinus patagonicus</i>	1	10	1	10	4	

El análisis de correspondencias mostró que las plantaciones realizadas en otoño, con plantines de 3-4,5 años, con el uso de plantas nodrizas y clausuras fueron las asociadas a media-alta supervivencia (Figura 1). El uso de enmiendas no muestra una relación clara con la supervivencia de los plantines. Asimismo, las supervivencias más altas estuvieron asociadas a los proyectos realizados en sitios con un disturbio adicional a la presencia de pinos exóticos (fuego o ganado, Figura 1). La supervivencias más bajas se asociaron a las plantaciones sin tratamiento realizadas en primavera y con el uso de semillas (edad=0, Figura 1).

### Discusión

Las experiencias de plantaciones de especies nativas en sitios con especies exóticas han sido en su mayoría exitosas. Esto muestra que, pese a las modificaciones en las características del suelo y microambientales, es posible impulsar la recuperación del bosque nativo transformado a pinares exóticos. Las experiencias exitosas se asocian a la presencia de otros disturbios adicionales (ganado, fuego, sequía). Un análisis preliminar de la base de datos a nivel nacional de las estrategias de

restauración demuestra que la proporción de éxitos y fracasos no se modifica en el tiempo. El área con pinos exóticos intervenida con acciones de restauración de bosque nativo es ínfima respecto al total de las intervenciones registradas. El éxito de estas experiencias ha estado asociado a las estrategias que disminuyeron el estrés hídrico y la radiación (utilización de nodrizas y raleos en fajas), que evitaron la herbivoría (presencia de clausuras) y que eligieron como época de plantación el momento del año con humedad en el suelo y baja intensidad de heladas (i.e. otoño). Esto es coincidente con variados antecedentes en la región sobre regeneración temprana post disturbio (e.g. Raffaele & Veblen 1998, Kitzberger *et al.* 2000, Raffaele *et al.* 2011, de Paz 2014) y los estudios de reforestaciones con nativas en la región realizadas en sitios sin pinos exóticos (e.g. Premoli *et al.* 1998; Oudkerk *et al.* 2003; González 2005; Rovere & Fritz 2006; Heinemann & Kitzberger 2006; Lallement 2010; Urretavizcaya *et al.* 2012; Gobbi *et al.* 2013; Urretavizcaya & Defossé 2013). Dado que la mayoría de las experiencias recopiladas han sido monitoreadas sólo a corto plazo y no hay una cuantificación del efecto que genera la regeneración de los pinos, es necesario promover los monitoreos a largo plazo de la supervivencia de los plantines y de los efectos de la regeneración de los pinos exóticos.



**Figura 1.** Plano factorial de un análisis de correspondencia múltiple con las características de las plantaciones de nativas con fines de restauración: edad de los plantines (1, 2, 3), estación de la plantación (I= invierno, P= primavera, O= otoño), disturbio previo (fuego y exóticas, invasión, ganado-exóticas), tratamientos (nodriza-control N, enmiendas-control E, clausura-control CL, sin dato) y la supervivencia al año (Alta  $\geq 60\%$ , Media:  $60 > x > 30\%$  y Baja  $\leq 30\%$ ). Inercia acumulada 30%

### Agradecimientos

A todos los gestores, investigadores, ONGs, técnicos y privados que contribuyeron a la construcción de la base de datos a nivel nacional de estrategias de restauración de bosques. Especial agradecimiento para la APN y la Delegación Patagonia Norte, las secretarías de medioambiente de la Nación y de las provincias patagónicas, al CIEFAP y el INIBIOMA.

### Bibliografía

APN. 2010. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) en Argentina: Restauración y control de factores de deterioro en los bosques nativos de los parques nacionales APN, Buenos Aires

- Benayas JMR, Newton AC, Diaz A, Bullock JM. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science* 325: 1121-1124
- de Paz M. 2014. Heterogeneidad de micrositios, dinámica de nutrientes y facilitación en especies leñosas de los matorrales del NO de la Patagonia. Tesis Doctoral Universidad Nacional del Comahue. 250 pp.
- Gobbi ME, Heineman K, de Paz M, Nuñez C & Herrero R. 2013. Plantación de especies arbóreas nativas en matorrales postfuego de Patagonia: efecto del "acolchado" de viruta de madera III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. Colombia.
- Gómez-Aparicio L, Zamora R, Gómez JM, Hódar JA, Castro J, Baraza E. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14: 1128-1138.
- González-Espinosa M, Rey-benayas JM, Ramírez-Marcial N. 2008. Restauración de bosques en América Latina. Madrid, Mundi-Prensa.
- Oudkerk L, Pastorino M, Gallo L. 2003. Siete años de experiencia en la restauración post-incendio de un bosque de Ciprés de la Cordillera. *Patagonia Forestal* 9: 4-7.
- Peri P, Ormaechea S. 2013. Relevamiento de los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación.
- Premoli AC, Soares P, Rovere AE. 1998. Ensayo de plantación experimental de *Nothofagus pumilio* en un área incendiada. Parque Nacional Nahuel Huapi.
- Raffaele E, Veblen TT, Blackhall M, Tercero-Bucardo N. 2011. Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *J. of Vegetation Science* 22: 59-71.
- Rovere AE, Fritz G. 2006. Restauración con ciprés de la cordillera en un matorral post-fuego, en las cercanías de Bariloche. *Patagonia Forestal* 2: 19-22.
- SER. 2004. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. [www.seri.org](http://www.seri.org).
- Urretavizcaya MF, Defossé GE. 2013. Effects of nurse shrubs and tree shelters on survival and growth of two *Austrocedrus chilensis* seedling types in a forest restoration trial in semiarid Patagonia, Argentina. *Annals of Forest Science* 70: 21-30.
- Urretavizcaya MF, Defossé GE, Gonda HE. 2012. Effect of sowing season, plant cover, and climatic variability on seedling emergence and survival in burned *Austrocedrus chilensis* forests. *Restoration Ecology* 20: 131-140.

## Efecto de los frutos en las tasas de descomposición de la hojarasca de especies leñosas de los matorrales del NO de la Patagonia

de Paz M<sup>1</sup>, Gobbi ME<sup>2</sup>, Raffaele E<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecotono, INIBIOMA – Universidad Nacional del Comahue - CONICET

<sup>2</sup> CRUB e INIBIOMA – Universidad Nacional del Comahue - CONICET

**Autor de correspondencia:** [manolodpz@yahoo.com.ar](mailto:manolodpz@yahoo.com.ar)

### Resumen

La tasa de descomposición ( $k$ ) de la hojarasca regula la dinámica de nutrientes y es afectada, a nivel de micrositio, por las propiedades químicas y físicas del mantillo, la biota del suelo y el microclima. Los frutos caídos forman parte del mantillo, aunque pocos estudios han considerado el efecto de diferentes tipos de frutos sobre la descomposición de la hojarasca. En otros ambientes se ha encontrado que los árboles con frutos carnosos constituyen "islas de fertilidad", tanto por el aporte de nutrientes y azúcares de los frutos, como por el aporte de las heces de los animales dispersores que son atraídos por los mismos. Este aporte de nutrientes podría estimular significativamente la actividad microbiana y la descomposición de la hojarasca. En este trabajo se determinó el efecto de la presencia y el tipo de frutos sobre la tasa de descomposición de la hojarasca de seis especies leñosas nativas dominantes en matorrales post-fuego del NO de Patagonia (fruto carnoso: *Rosa rubiginosa*, *Rosa cucullatum*, *Schinus patagonicus* y *Berberis microphylla*; fruto seco: *Discaria articulata* y *Lomatia hirsuta*). Encontramos que todas las especies de fruto carnoso poseen azúcares en sus frutos y que en la mayoría de las mismas se incrementaron las tasas de descomposición de la hojarasca en presencia de frutos ( $k$  de la hojarasca 29,7 % en *R. rubiginosa*; 275,7 % en *R. cucullatum* y 21,6 % en *S. patagonicus* mayor que sin la presencia de frutos), mientras que en las especies de fruto seco no se detectaron azúcares ni cambios en  $k$ . El efecto de los frutos en la descomposición se podría atribuir a la presencia de azúcares detectada en los mismos, que numerosos autores han demostrado que estimulan el crecimiento y la actividad microbiana, acelerando la descomposición. Las implicancias de estos resultados sobre la dinámica de nutrientes de estos ambientes podrían ser importantes, dado que para algunas especies el peso de los frutos caídos superó ampliamente el peso del material senescente producido anualmente.

**Palabras clave:** mantillo, azúcares, actividad microbiana.

## ¿Es la densidad de especies un indicador ambiental de manejo de las plantaciones forestales?: evaluación en un paisaje de la Patagonia

Dezzotti A<sup>1</sup>, Mortoro A<sup>1</sup>, Sbrancia R<sup>1</sup>, Attis Beltrán H<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** [dezzotti@infovia.com.ar](mailto:dezzotti@infovia.com.ar)

### Resumen

Las plantaciones juegan un papel positivo en la conservación ambiental pero pueden reducir la diversidad biológica. Este trabajo evaluó a la densidad de especies de plantas (De), i.e. la cantidad de especies por unidad de área, como un indicador ecológico de manejo de paisajes forestales. Este parámetro elimina el efecto del tamaño del área de muestreo e identifica reservorios de alta diversidad. De se estableció mediante la relación riqueza de especies (S) - área (A) del tipo  $S = De Az$  (z depende de la escala espacial), y cuya forma logarítmica permite medir  $De = S/Az$ . Posteriormente se comparó a De con S y con el índice de diversidad de Simpson (D). La evaluación se realizó en tres rodales coetáneos de *Pinus ponderosa* (rodal abierto RA = 11,1 m<sup>2</sup>/ha área basal, intermedio RI = 24,6 m<sup>2</sup>/ha y cerrado RC = 45,3 m<sup>2</sup>/ha) (30,4 % del área de estudio). Estos parámetros de diversidad se compararon con los de unidades de paisaje de referencia: la estepa herbáceo-arbustiva (EL, 6,5 %) y el pedrero basáltico (PX, 0,3 %). R<sup>2</sup> de  $S = De Az$  varió entre 0,888 y 0,956 ( $p < 0,001$ ,  $n = 440$ ). Para EL, PX, RA, RI y RC, S fue 38, 50, 30, 16 y 16 especies, respectivamente, D fue 6,1; 6,3; 4,4; 1,7 y 1,3; respectivamente, y De fue 1,74; 2,85; 1,59; 0,16 y 0,33; respectivamente; estos valores difirieron dentro de cada parámetro ( $p < 0,05$ ,  $n = 10$ ). De exhibió una alta correlación lineal positiva con S ( $p = 0,002$ ;  $r = 0,988$ ) y D ( $p = 0,017$ ;  $r = 0,939$ ) ( $n = 5$ ). La correspondencia entre los parámetros de diversidad indica que De mediría adecuadamente el efecto de la variación ambiental que existió entre las unidades de paisaje, y del manejo forestal entre los rodales. En particular, se destaca que: i) el valor de S, D y De de los rodales se aproximó a los de la estepa a medida que disminuyó la cobertura arbórea; y ii) el pedrero basáltico exhibió un alto valor de De que implica una unidad con un alto valor de conservación. La densidad de especies constituiría una herramienta valiosa de análisis de la sustentabilidad del manejo forestal; sin embargo, esto se debe validar con un conjunto de datos más amplio.

**Palabras clave:** *Pinus ponderosa*, diversidad biológica, pedrero basáltico.

## Presentación de un proyecto de conservación del ecosistema relictual de sauce criollo en el río Agrio (Neuquén)

Dezzotti A<sup>1</sup>, Mortoro A<sup>1</sup>, Chauchard L<sup>1</sup>, Velásquez A<sup>1</sup>, Sbrancia R<sup>1</sup>, Mele U<sup>1,2</sup>,  
Attis Beltrán H<sup>1,3</sup>, Martínez AHM<sup>4</sup>, Montes E<sup>2</sup>, Hidalgo F<sup>2</sup>

1 Universidad Nacional del Comahue

2 Dirección General de Recursos Forestales de Neuquén

3 CONICET

4 INTA

**Autor de correspondencia:** [dezzotti@infovia.com.ar](mailto:dezzotti@infovia.com.ar)

### Resumen

El sauce criollo (*Salix humboldtiana*, Salicaceae) es el único sauce nativo de la Argentina y es un árbol pionero que coloniza los aterramientos provocados por las crecidas de los cuerpos de agua. Esta especie provee bienes y servicios esenciales para las comunidades locales, desde la época de las sociedades cazadoras-recolectoras hace 10.000 años. En el pasado reciente, el sauce criollo formaba bosques en galería en las márgenes de ríos de la Patagonia argentina, pero en la actualidad sólo se encuentran individuos aislados o en pequeños parches en riesgo de extinción local. Las causas principales de este retroceso son la pérdida de hábitat, la invasión biológica y la dilución genética por hibridación con árboles exóticos. La situación es más problemática porque esta especie no se encuentra salvaguardada por las leyes de "Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos" y de "Ordenamiento territorial de bosques nativos de Neuquén". Este proyecto interinstitucional, que se encuentra en la fase inicial de implementación, se desarrolla en las márgenes del Río Agrio medio e inferior (paraje Quili Malal, 38° 19' S y 69° 49' O). El objetivo general es generar conocimiento ecológico, tecnológico y social sobre el sauce criollo para diseñar estrategias de conservación in- y ex-situ de estas comunidades riparias. En el marco de esta iniciativa se i) determinará la estructura y el estado de conservación de las comunidades, ii) desarrollarán protocolos de macropropagación y estaqueros, iii) evaluará la calidad y el consumo local de leña, iv) identificarán áreas para ensayos de forestación y v) implementará un trabajo colaborativo con las organizaciones y pobladores rurales.

**Palabras clave:** estructura poblacional, uso sustentable, forestación

## Dinámica de comunidades de plantas vasculares después de un incendio en el sur de Patagonia

Dragomir RE<sup>1</sup>, Soler R<sup>2</sup>, Martínez Pastur G<sup>2</sup>, Lencinas MV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> School of Forestry, Northern Arizona University

<sup>2</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC-CONICET

**Autor de correspondencia:** red66@nau.edu

### Resumen

Este trabajo evalúa el cambio de las comunidades de plantas del sotobosque post-fuego en bosques de *Nothofagus antarctica*. Durante 2008 ocurrieron varios incendios en Tierra del Fuego, que afectaron una zona donde se monitoreaba el sotobosque (Ea. Los Cerros). Las mediciones previas brindaron una condición de referencia, realizándose re-mediciones en 12 parcelas desde 2009 a 2014 (Q). Además, se relevaron dos bosques primarios (BP) para comparar la dinámica post-fuego con la natural. Se utilizó el método de intersección puntual para cuantificar la cobertura de plantas por especie, las cuales se clasificaron en previas (presentes pre-fuego) o nuevas (presentes post-fuego). Se calculó la riqueza específica total, la cobertura total y la cobertura relativa por grupo funcional. Los datos fueron analizados con ANOVAs simples (2008-2014), siendo el tipo de bosque (Q, BP) el factor de análisis. Además, se realizaron análisis multivariados considerando la composición específica de cada sitio pre- y post-fuego. Se detectaron diferencias significativas en riqueza y cobertura total entre años. La riqueza y cobertura de especies nuevas en Q se incrementó a partir del primer año post-fuego aunque la mayor riqueza correspondió a las previas nativas. Asimismo, la cobertura de previas fue mayor que la de nuevas. Los grupos funcionales mostraron repuestas variables, algunos de ellos aumentaron después del fuego pero volvieron a valores similares a la condición pre-fuego con el tiempo (ej. plantas leñosas). El ordenamiento multivariado reflejó dos grupos: uno constituido por parcelas BP de todos los años, al que se unieron las parcelas Q de 2008, y otro formado por parcelas Q de 2010-2014, encontrándose las parcelas Q 2009 en una situación intermedia entre ambos grupos. El fuego afectó el ensamble de especies del sotobosque, siendo la composición final determinada por las especies previas. En un ecosistema menos resistente al fuego, la dominancia de las especies podría verse más modificada debido a plantas que ingresan desde otros ambientes (ej. pastizal).

**Palabras clave:** sotobosque, cobertura, riqueza.

## Adaptación y adaptabilidad de poblaciones naturales argentina de raulí en caracteres cuantitativos de hojas

Duboscq Carra V <sup>1,2</sup>, Letourneau F <sup>3</sup>, Pastorino MJ <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CONICET

<sup>2</sup> EEA Bariloche, INTA

<sup>3</sup> Campo Forestal Gral. San Martín, EEA Bariloche, INTA

**Autor de correspondencia:** *duboscq.virginia@inta.gob.ar*

### Resumen

Los caracteres de las hojas tienen valor adaptativo ya que están directamente relacionados con la productividad y supervivencia de los árboles. Con el objetivo de estudiar la variación genética inter e intrapoblacional de *Nothofagus alpina* (raulí), en 2011 se instaló un ensayo de orígenes y progenies en el vivero forestal del INTA en Las Golondrinas, con un diseño en bloques de parcelas mono-árbol. En febrero de 2016 se muestrearon 3 hojas en cada uno de 580 individuos correspondientes a 83 familias de polinización abierta de 8 poblaciones naturales argentinas (Boquete, Curruhué, Queñi, Paimún, Puerto Arturo, Tromen bajo, Tromen alto y Tren Tren), en las que se midió peso seco (PS), área foliar (AR), largo (L) y ancho (A), y de donde se extrajeron área foliar específica (AFE= AR/PS) y relación L/A. Las medias registradas para todo el ensayo fueron: AFE= 112,5 cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>; L/A= 2,29; AR= 2,61 cm<sup>2</sup>. Para la comparación de las medias de las poblaciones y de las varianzas de las familias se realizó un ANOVA con un modelo mixto, con "población" como factor de efectos fijos, y bloque y "familia" como factores aleatorios, para el cual se utilizó el paquete "lme4" del software "R". Se probaron diferencias significativas entre poblaciones para las variables AFE (p= 0,001) y L/A (p= 0,0007), pero no para AR. La diferenciación entre poblaciones resultó baja (QstAFE= 6,3 %; QstL/A= 7,1 %). El factor familia resultó significativo para AFE y L/A, pero sólo explica el 4,5 % de la varianza total. Pese a algunos valores de heredabilidad de moderados a altos, la variación intrapoblacional resultó más bien baja (media de todas las poblaciones para las 3 variables: h<sup>2</sup>= 14,6 %). El valor adaptativo de estos caracteres foliares parece ser bajo en general. Sin embargo en algunas poblaciones podrían desempeñar un rol importante en la adaptabilidad (e.g. h<sup>2</sup>AFE- Boquete= 59,7 %; h<sup>2</sup>L/A- Paimún= 39,6 %; h<sup>2</sup>AR- Paimún= 47 %). Nos resta relacionar estos resultados con la heterogeneidad ambiental in situ de las poblaciones para ponderar el posible efecto de la selección natural.

**Palabras clave:** *Nothofagus*, variabilidad genética, área foliar específica

## Comunidades fúngicas asociadas a la rizósfera de raulíes implantados bajo bosque nativo y plantaciones, y su potencial aplicación como bioindicadoras

Fernández NV <sup>1,2</sup>, Marchelli P <sup>2,3</sup>, Tenreiro R <sup>4</sup>, Chaves S <sup>4</sup>, Fontenla S <sup>1</sup>

1 Laboratorio de Microbiología Aplicada y Biotecnología, CRUB, UN Comahue – IPATEC

2 CONICET

3 Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

4 BioFIG, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

**Autor de correspondencia:** [natifern@yahoo.com.ar](mailto:natifern@yahoo.com.ar)

### Resumen

Las especies de *Nothofagus* son las dominantes en los bosques templados del sur de Sudamérica. *Nothofagus nervosa* (Raulí) es una especie de importancia ecológica y económica dada la calidad de su madera, por lo que en el pasado fue seriamente sobreexplotada. El INTA Bariloche ha comenzado a implementar programas de conservación y domesticación de esta especie y ha realizado ensayos a campo para evaluar su desempeño bajo bosque nativo y plantaciones de pinos. Estas últimas generan problemáticas ambientales, como fragmentación del hábitat y alteración del suelo. Algunos hongos del suelo podrían actuar como bioindicadores de cambios en la calidad y salud del mismo, siendo escasa la información sobre las comunidades fúngicas asociadas a especies de importancia forestal en la región Andino-patagónica. El objetivo de este trabajo fue describir distintas comunidades fúngicas (Ascomycetes y Basidiomicetes) asociadas a la rizósfera de ejemplares de *N. nervosa* cultivados en vivero e implantados bajo dos ambientes contrastantes: bosque nativo y plantación de pinos. En cada ensayo (bosque nativo y plantación) se tomaron muestras de 15 individuos (de 10 años de edad) pertenecientes a tres procedencias distintas y se analizaron mediante Electroforesis en Gel con Gradiente de Temperatura (TGGE). La estructura de las comunidades fúngicas difirió significativamente entre los ejemplares implantados en el bosque nativo y en la plantación, predominando los Basidiomicetes en el primero y los Ascomycetes en la última. Estas diferencias estarían relacionadas con efectos asociados al cambio en el uso y manejo del suelo, tales como: características físico-químicas del suelo y del material vegetal que se aporta al sistema (hojarasca, exudados), condiciones lumínicas, simbiontes radicales especie-específicos (micorrizas). Este trabajo demuestra la potencialidad de utilizar comunidades fúngicas asociadas a especies de *Nothofagus* como bioindicadoras que permitan monitorear el efecto de distintas prácticas forestales sobre el medio ambiente. En conjunto, esta información resulta relevante para plantear estrategias de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales de Patagonia.

**Palabras clave:** *Nothofagus nervosa*, asco y basidiomicetes, bioindicadores.

## Características físico-químicas y mesofauna de la ceniza volcánica depositada en 1960 y 2011 en un bosque de coihue-caña colihue (Norpatagonia)

Ferreiro NA<sup>1</sup>, Satti P<sup>1</sup>, Mazzarino MJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Suelos, INIBIOMA, Universidad Nacional del Comahue - CONICET

**Autor de correspondencia:** *nicolasferreiro@conicet.gov.ar*

### Resumen

Los bosques de la cordillera patagónica se caracterizan por sus suelos volcánicos, Andisoles, formados a partir de cenizas volcánicas. Si bien estos suelos se forman rápidamente, 100-200 años, las frecuentes erupciones pueden dar lugar a la acumulación de capas de cenizas pertenecientes a diferentes erupciones. En el camino "De los Siete Lagos", las erupciones del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle en 1960 y 2011 han dado lugar a la acumulación de dos capas de cenizas separadas por una capa de materia orgánica. Nuestras hipótesis fueron: 1) La materia orgánica y disponibilidad de nutrientes en la ceniza se incrementan junto con el tiempo transcurrido desde la erupción, y 2) La abundancia y riqueza de invertebrados disminuyen a medida que se incrementa la profundidad. Se realizó un muestreo en enero de 2016 en tres sitios ubicados a lo largo del camino "De los Siete Lagos" de la hojarasca actual (H), los primeros 5 cm de ceniza depositados en 2011 (C2011), la capa de materia orgánica entre las cenizas de 2011 y 1960 (MO), y la ceniza depositada en 1960 (C1960). En el laboratorio, se obtuvieron los invertebrados con embudos Berlese, y la ceniza seca al aire se pasó por tamiz de 2 mm para determinar pH, conductividad, C orgánico, P disponible y N total. No hubo diferencias entre las capas de ceniza en el pH (C1960 = 5,4 ± 0,1 y C2011 = 5,9 ± 0,4; promedio ± desviación estándar), la conductividad (C1960 = 0,06 ± 0,02 y C2011 = 0,03 ± 0,01 dS/m) y el P disponible (C1960 = 6,0 ± 1 y C2011 = 4,7 ± 1 mg/kg). Sin embargo, el C orgánico (C1960 = 11,4 ± 7 y C2011 = 1,9 ± 0,8 g/kg) y el N total (C1960 = 0,72 ± 0,3 y C2011 = 0,11 ± 0,04 g/kg) fueron mayores en la ceniza de 1960. Por otro lado, la abundancia de invertebrados fue mucho mayor en las capas orgánicas (H = 44 ± 30 y MO = 50 ± 51 N/cm<sup>2</sup>) que en las capas de ceniza (C1960 = 7 ± 4 y C2011 = 4 ± 4 N/cm<sup>2</sup>). La abundancia de ácaros en MO fue sorprendente. Finalmente, las características físico-químicas concuerdan con las elevadas tasas de incorporación de materia orgánica y N esperadas para la ceniza volcánica.

**Palabras clave:** nutrientes, Acari, hojarasca.

## Cambios en la degradación de restos leñosos de lenga como consecuencia del uso forestal en Chubut

Gallo AL<sup>1</sup>, Silva PV<sup>1</sup>, Greslebin AG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área de Protección Forestal, CIEFAP

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** [lgallo@correociefap.org.ar](mailto:lgallo@correociefap.org.ar)

### Resumen

La degradación es un proceso esencial en los bosques que implica la transformación del material vegetal en formas más simples, hasta llegar a compuestos inorgánicos que quedan disponibles en el sistema. Las variables ambientales, la composición química de los detritos y los organismos degradadores son factores claves en este proceso. En los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) se han hecho estudios en lo referente a degradación de hojarasca, pero son escasos los trabajos de degradación de madera y nulos los que relacionan este proceso con el uso forestal. Es por eso que en este estudio se evaluó el efecto del uso forestal sobre el proceso de degradación de restos leñosos. Para ello, se instaló un ensayo en 3 bosques con uso forestal (UF) y 3 sin uso forestal (C) en Chubut. Se trabajó con ramillas, ramas finas y ramas gruesas (0,5-1 cm, 1-5 cm y 5-10 cm de diámetro respectivamente), en distintos estados de degradación (ED1: provenientes de copas recién caídas; ED2: con alteraciones notorias; ED3: restos compuestos sólo por duramen). En cada bosque se colocaron 20 muestras de ramillas y 10 de ramas de cada categoría. Además, se analizó el contenido de carbono, nitrógeno, fósforo y fibras de los detritos provenientes de ambos tratamientos (UF y C), previa colocación en el campo. Las ramillas se colectaron en 2 etapas: el 50 % al año y el otro 50 % a los 2 años. Las ramas se colectaron a los 3 años. Se realizó un ANOVA con modelo mixto utilizando la Pérdida de Peso Seco (PéPS) como variable respuesta. La PéPS en ramas fue mayor en el UF que en el C en todas las categorías de diámetro y estados de degradación, aunque la diferencia fue estadísticamente significativa ( $p=0,0416$ ) solamente en la categoría ramas gruesas en ED2. En ramillas no se encontraron diferencias entre tratamientos. Tampoco hubo diferencias significativas en los componentes químicos evaluados. Se sabe, por estudios anteriores, que las comunidades de hongos degradadores en ramas y ramillas son diferentes y tienen un comportamiento distinto. Los degradadores de ramas son, mayormente, Basidiomycetes mientras que en ramillas hay muchos Ascomycetes. El uso forestal podría estar modificando el ambiente y la diversidad de Basidiomycetes y, por ende, produciendo una degradación más rápida de la madera, al menos en los estados de degradación evaluados.

**Palabras clave:** uso forestal, degradación, ramas

## Cambio en los componentes de la madera de lenga a lo largo del proceso de degradación

Gallo AL<sup>1,2</sup>, Moretto A<sup>2,3</sup>, Greslebin AG<sup>2,4</sup>

1 Área de Protección Forestal, CIEFAP

2 CONICET

3 Laboratorio de Ecología Terrestre, CADIC, CONICET

4 Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** [lgallo@correociefap.org.ar](mailto:lgallo@correociefap.org.ar)

### Resumen

La lenga (*Nothofagus pumilio*) es una importante especie forestal de la Patagonia. Se han hecho estudios sobre la calidad y degradación de su hojarasca, y sobre los cambios de densidad de troncos sanos y con pudriciones, pero las modificaciones en la calidad y densidad de la madera en relación al proceso de degradación no han sido investigadas aún. Este conocimiento es fundamental para entender este proceso clave de la dinámica de los bosques, y poder de esta manera, realizar un manejo forestal apropiado. Se comparó el contenido de nutrientes (N y P) y fibras (hemicelulosa, celulosa y lignina) en ramillas y ramas finas (0,5-1 y 1-5 cm de diámetro respectivamente) en 2 estados de degradación: detritos de copas caídas recientemente con degradación incipiente o nula (ED1), y detritos con pérdida de corteza y alteraciones notorias (ED2). Además, se determinó y comparó la densidad de las ramas finas en los distintos estados de degradación. El P presentó las mayores diferencias entre ED, con una gran disminución en el ED2. El N mostró la misma tendencia, pero con diferencias menos marcadas. La tasa N/P presentó diferencias notorias entre ED sólo en ramillas. Además, el ED1 se caracterizó por un alto contenido de lignina, mientras que en el ED2 la celulosa y hemicelulosa fueron más representativas; estas diferencias fueron más evidentes en ramillas. Con respecto a las categorías de diámetro, en el ED1 el contenido de P y lignina fue mayor en ramillas; en cambio, el contenido de N, hemicelulosa y celulosa fue mayor en ramas. La tasa N/P fue notablemente mayor en ramillas que en ramas en ED1, mientras que en ED2 fueron similares. Además, en el ED2, el contenido de N fue mayor en ramas, mientras que el resto de los componentes presentaron valores similares. La densidad promedio de las ramas fue de 0,43 g/cm<sup>3</sup> y 0,36 g/cm<sup>3</sup> para ED1 y ED2 respectivamente. El análisis del contenido de los detritos muestra que la calidad de los mismos tiene relación con su posición en el árbol (ramillas o ramas), especialmente en las primeras etapas del proceso de degradación. Este es un factor determinante para los organismos que colonizarán y degradarán el sustrato. El fósforo parecería tener un rol más importante para la comunidad de hongos degradadores de ramillas, lo que se evidencia por la alta tasa N/P en ramillas en ED1. Por otro lado, en etapas más avanzadas de la degradación, los contenidos de fibras serían más relevantes, puesto que aquí los hongos degradadores de lignina y celulosa son los principales organismos degradadores. Estos organismos, al degradar las fibras, provocan una disminución en la densidad de la madera.

**Palabras clave:** densidad de la madera, nutrientes, fibras.

## Hacia el rescate genético del sauce criollo en Patagonia

Gallo L<sup>1,2</sup>, Martínez AHM<sup>3</sup>, Bozzi J<sup>1</sup>, Amico I<sup>4</sup>

1 Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

2 Bioversity International

3 AER Zapala, INTA

4 EEA Esquel, INTA

**Autor de correspondencia:** [gallo.leonardo@inta.gob.ar](mailto:gallo.leonardo@inta.gob.ar)

### Resumen

El sauce criollo, *Salix humboldtiana* Willd., es la única salicácea nativa de América del Sur. Se distribuye desde el centro de México hasta el centro de la Patagonia. Poblaciones de los ríos nordpatagónicos se han extinguido o se encuentran amenazadas debido a diferentes causas de origen antrópico. La introducción de clones exóticos del complejo *Salix alba-Salix fragilis* produjo la invasión de las riberas con la consecuente pérdida de hábitat para el sauce criollo y la hibridación, con indicios de introgresión y probable dilución genética. La construcción de represas inundó numerosas poblaciones y su funcionamiento redujo el número y estabilidad de los bancos de arena necesarios para la regeneración. A ello se agrega su corta por parte de los pobladores que prefieren su madera. El INTA comenzó hace tres años un programa de "rescate genético" de las poblaciones patagónicas de Sauce Criollo que se encuentra en sus etapas preliminares y que pretende reinsertar diversidad genética de la especie en aquellas poblaciones que la perdieron parcial o totalmente. Para ello, se recolectaron ramas de individuos de poblaciones amenazadas en los ríos Negro y Chubut medio-superior y en el Agrio, y se enraizaron en cama caliente utilizando hormona de enraizamiento (Ácido Naftalen Acético al 1 %). Se obtuvieron 40 clones del Río Negro, 33 del Río Chubut y 12 del Río Agrio que se instalaron en un Banco Clonal en la EEA Bariloche y en dos estaqueros: uno en el Campo Experimental Trevelin, EEA Esquel, y otro en el Vivero Provincial Mariano Moreno, Provincia de Neuquén. Las primeras observaciones realizadas en el banco clonal indican que los clones del Río Negro brotaron unos 20 días antes y finalizaron el ciclo de crecimiento vegetativo 15 días después que los clones del Río Chubut. Se registró también entre ambos grupos un comportamiento significativamente diferente con respecto al daño por heladas tempranas. Mediciones realizadas con 6 categorías de intensidad de daño arrojaron un promedio de 2,33 para clones del Río Negro contra 1,29 para los del Río Chubut. Se observó variación individual (clonal) para resistencia a heladas y crecimiento, lo que alienta la selección de clones que permitan combinar ambas características.

**Palabras clave:** *Salix humboldtiana*, diversidad genética, invasiones.

## Variación de la densidad de parejas nidificantes de rayadito en bosques de ñire sometidos a diferentes tipos de manejos en el oeste de Chubut

García Betoño MI<sup>1</sup>, Lomagno V<sup>1</sup>, Casaux R<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica, CONICET - UNPSJB

Autor de correspondencia: [migarciab@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:migarciab@fcnym.unlp.edu.ar)

### Resumen

En la temporada reproductiva 2015-2016 se estimó la densidad de parejas nidificantes de rayadito (*Aphrastura spinicauda*) en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) del oeste de la Provincia de Chubut sometidos a diversos tipos de manejo: extracción de leña por manchones y por parqueizado, conversión del bosque a pastizal, bosque denso sin manejo. El área de muestreo se encuentra dentro de la cuenca Futaleufú entre los meridianos 71° 15' y 71° 45' O y los paralelos 43° 09' y 43° 35' S. La temporada reproductiva se extendió entre fines de septiembre y fines de enero. Los tamaños de las parcelas donde se desarrolló la búsqueda intensiva de nidos fluctuó, dependiendo de la disponibilidad de sitios homogéneos, entre 7,3 y 16,8 hectáreas. La densidad de parejas nidificantes difirió entre los bosques sometidos a diferentes manejos. El mayor número de nidos por hectárea (1,56) se observó en una de las parcelas donde se practicó extracción de leña por parqueizado y la menor densidad ocurrió en los sitios convertidos a pastura donde no se observaron nidos; las parcelas con extracción de leña por manchones (0,08 y 0,09 nidos por hectárea) y con bosque denso sin manejo (0,41 nidos por hectárea) presentaron densidades intermedias. Estas diferencias entre tipos de manejos en el número de parejas nidificantes se podría explicar a través de la estructura del bosque, fundamentalmente la densidad de árboles (desde 0 a 226 individuos por hectárea), DAP (de 7 a 62 cm) y al estado sanitario de los mismos (desde árboles totalmente muertos a árboles totalmente sanos).

**Palabras clave:** aves, manejo forestal, impacto sobre poblaciones.

## Descomposición y liberación de nutrientes de raíces finas de ñire en Patagonia Sur

Gargaglione V <sup>1,2</sup>, Bahamonde H <sup>1,2</sup>, Peri PL <sup>1,2,3</sup>

1 EEA Santa Cruz, INTA

2 ICASUR, Universidad Nacional de la Patagonia Austral

3 CONICET

Autor de correspondencia: [gargaglione.veronica@inta.gob.ar](mailto:gargaglione.veronica@inta.gob.ar)

### Resumen

Los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) se extienden desde los 36° 30' hasta los 56° 00' de latitud Sur, y un gran porcentaje de ellos en Patagonia Sur son utilizados como sistemas silvopastoriles, donde el ganado ovino o bovino se alimenta principalmente del estrato herbáceo del bosque. Se conoce que las raíces finas (< 2 mm), mediante su descomposición, representan un importante aporte al ciclo de nutrientes y a la absorción y liberación de carbono en el sistema. El objetivo fue estudiar la descomposición de raíces finas de ñire en bosques primarios y bajo uso silvopastoril. Se estableció un ensayo in situ de descomposición donde se colocaron 10 gramos de raíces en bolsas de 15 x 20 cm que fueron enterradas de manera horizontal en los primeros 15-20 cm de profundidad del suelo. Previo a su instalación, se determinó la cantidad de materia orgánica (MO) y las concentraciones de nitrógeno (N) fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca) del material inicial. Las bolsas se dejaron en terreno y fueron colectadas a los 90, 180, 270, 360, 450, 540, 630, 735 y 820 días para determinar la cantidad de MO remanente y las concentraciones de N, P, K y Ca en cada fecha. El material inicial contaba con un 45,4; 0,47; 0,18; 0,39 y 0,43 % de carbono, N, P, K y Ca, respectivamente, mientras que el contenido de lignina ascendía al 17,2 %. No se encontraron diferencias significativas en descomposición de MO ni en la liberación de nutrientes de acuerdo al uso del bosque. Luego de 2,2 años, la MO remanente era de alrededor del 80 % de la original. De los nutrientes, el N fue inmovilizado primero y comenzado a liberar a los 820 días, permaneciendo un 80 % del N inicial al final del ensayo. La inmovilización ocurre cuando los microorganismos del suelo captan un nutriente del sustrato para formar sus propias estructuras, por lo que en vez de liberarlo al medio, el nutriente es "inmovilizado" en el cuerpo de dichos microorganismos. En contraste, el P y K fueron liberados en gran proporción desde el principio, quedando un 50 % y 30% del contenido inicial al final del período, respectivamente. El Ca, por su parte, fue inmovilizado al inicio, luego liberado y vuelto a inmovilizar al final del período. En conclusión, en comparación a otros bosques, la descomposición de la MO es más lenta en estos ambientes debido probablemente a las bajas temperaturas. La liberación de nutrientes fue diferente según cada elemento en particular y los resultados indicarían que el uso silvopastoril no influye en los procesos de descomposición subterráneos.

**Palabras clave:** materia orgánica, *Nothofagus*, sistemas silvopastoriles.

## Los “polizontes” que viajan con la madera: una revisión de detecciones en la ciudad de Esquel y alrededores

Gomez CA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Estudios Ambientales Integrados. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

**Autor de correspondencia:** *ceciligomez@gmail.com*

### Resumen

En el contexto internacional es sabido que el comercio ha propiciado la introducción de especies exóticas en forma accidental. En consecuencia, los distintos países alojan en la actualidad varias especies de plagas exóticas. Los ejemplos más conocidos resultan de aquellos establecimientos que han sido exitosos y cuyas especies han ocasionado daños importantes. No obstante, no todas las especies logran establecerse de manera exitosa en una región, ni todas las que se establecen ocasionan daños de importancia económica o son de interés médico y/o veterinario. La Patagonia argentina en general y la Provincia de Chubut en particular no han sido ajenas a esta situación. Las detecciones de especies asociadas con el traslado de productos forestales, algunas de ellas, sin mayor implicancia en la sanidad del recurso son generalmente desconocidas. *Porotermes quadricollis*, *Polycaon chilensis*, *Sirex juvencus* y *Blaptica* sp. fueron transportadas de manera no intencional en cargamentos y embalajes de madera. En el primer caso la especie se introdujo con vigas de *Pseudotsuga menziesii* para la construcción de viviendas, procedente del noroeste de la Provincia. *P. chilensis* se detectó en postes de *Eucalyptus* sp. y también en madera estructural en una vivienda de la ciudad de Esquel. *Sirex juvencus* fue trasladada desde Europa, en barco, en el interior de un cargamento que transportaba equipamiento. *Blaptica* sp. fue observada en varias oportunidades en el interior de camiones con cargamentos de *Prosopis kuntzei* desde el norte del país. El enfoque de este trabajo se inscribe en el análisis de estos casos que hemos registrado bajo diferentes situaciones, asociados con cargamentos de madera de distintas procedencias y/o embalajes en la ciudad de Esquel y alrededores. El alcance de estas detecciones es variable según la especie involucrada y las características propias en las que aconteció su traslado. Este estudio pretende dar a conocer estos ejemplos específicos, al tiempo que contribuir a la concientización del público en general respecto del riesgo comprendido en estas actividades.

**Palabras clave:** detección de especies, traslado de madera, riesgos.

## Insectos asociados a eucaliptos: relevamiento en el Partido de Puan (Buenos Aires), situación actual

Patricia Gómez<sup>1</sup>, Marcelo Real Ortellado<sup>2\*</sup>, Alberto Bussetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área de Entomología, EEA Bordenave, INTA; <sup>2</sup> Oficina de Extensión, EEA Bordenave, INTA

\*Autor de correspondencia: [real.marcelo@inta.gob.ar](mailto:real.marcelo@inta.gob.ar)

### Resumen

En los últimos años las plantaciones de eucaliptos de nuestro país han sido afectadas por insectos exóticos invasores (IEI). En el Sudoeste Bonaerense y con el propósito de conocer el estatus de la población de insectos asociados a eucaliptos, entre los años 2013 a 2016 se realizaron muestreos de campo en 25 sitios del Partido de Puan. El trabajo consistió en observación visual *in situ*, se fotografiaron síntomas e insectos en campo y en gabinete, y se recolectaron muestras de material biológico (ramas y brotes) de hasta una altura de 2 metros, las cuales fueron llevadas a laboratorio para su posterior análisis. Como resultado, en total se ha detectado la presencia de 7 especies de insectos, 5 de ellos son IEI: *Gonipterus scutellatus*, *Gonipterus gibberus* (gorgojos del eucalipto), *Glycaspis brimblecombei* (psílido del escudo), todas especies observadas con anterioridad por Curvetto (com.pers.), a las cuales se suman 2 nuevos hallazgos en la zona, que son *Leptocybe invasa* (avispa de la agalla) desde el año 2014 y *Thaumastocoris peregrinus* (chinche del bronceado) desde el año 2013. También se registró la presencia de 2 parasitoides específicos *Anaphes nittens* para *Gonipterus*, *Psyllaepagus bliteus* para *Glycaspis*. A estas poblaciones se suman la presencia de diversos enemigos naturales entre ellos del género Coccinellidae, Chrysopidae y Syrphidae. En cuanto al material genético de hospedantes, los eucaliptos colorados son preferidos por los citados IEI, en menos preferencia le siguen los eucaliptos blancos.

**Palabras clave:** insectos, *Eucalyptus*, Puan.

### Introducción

La introducción del eucalipto a Argentina significó usos diversos dado que fueron plantados en cortinas y en montes de abrigo y sombra en todo el país (Beale & Ortiz 2013). Los eucaliptos denominados "colorados" (principalmente *Eucalyptus camaldulensis*) se generalizaron con dichos fines debido a su gran rusticidad, ya que se adaptan a todo tipo de suelos y tienen buena tolerancia a la sequía y a las heladas. En la actualidad se encuentran presentes mayoritariamente en el sudoeste bonaerense (SOB) (López Castro 2013, Beale & Ortiz 2013). La llegada de plantaciones forestales introducidas fue acompañada por insectos asociados a su biología (Botto et al. 2013). Bouvet (2011) menciona un total de 25 especies plagas sobre eucalipto, cuando en la década del noventa se encontraban quince. Cuello et al. (2014) mencionan que desde el año 2000 han ingresado varios insectos exóticos, presentes en plantaciones locales de eucalipto, insectos exóticos invasores (IEI) entre los que se destacan *Glycaspis brimblecombei*, *Thaumastocoris peregrinus* y *Leptocybe invasa*. Esta migración también significó la adaptación a un nuevo ambiente con nuevas redes tróficas. En Argentina *G. brimblecombei* se registró en 2005 en la provincia de Entre Ríos (Bouvet 2005), *T. peregrinus* en 2006 (Bouvet et al. 2011), *L. invasa* en 2009 y se ha dispersado rápidamente (Botto et al. 2010; Aquino et al. 2011). En muchos casos junto a estos insectos también se sumó su controlador natural, pero para los últimos ingresos de plagas, sus controladores específicos aún están ausentes o no fueron detectados (Botto et al. 2012).

El eucalipto es un género de alto valor forestal en nuestro país. Sin embargo, en el SOB no integra las economías prediales, pero sí es muy importante como paisaje cultural y con altos efectos micro-ambientales. El partido de Puan se caracteriza por un clima semiárido con oscilaciones (Marini 2008, Zilio 2015), esto hace que en ocasiones se presenten periodos de sequía e inundaciones con duración variable (D'Ambrosio et al. 2013), produciendo un estrés en los árboles de la región (Uboldi 2012) que los hace propensos a plagas y enfermedades. Entre los años 2008 a 2011 las bajas

precipitaciones (Scarpati 2013, D'Ambrosio et al. 2013) se convirtieron en un elemento abiótico de gran importancia para los sistemas productivos de la región (Zilio 2015), afectando a las plantaciones de eucaliptos, que comenzaron a presentar efectos en su follaje y parte de su estructura con síntomas diversos. Esta afectación se evidenció en numerosas consultas de los productores a la Oficina de Extensión de la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave del INTA (Real Ortellado datos no publicados). Esto impulsó el estudio de la presencia de IEI en el ámbito rural de Puan, con el fin de analizar posibles medidas de manejo.

### Materiales y Métodos

El relevamiento se realizó desde 2013 hasta 2016 inclusive. En abril y noviembre (otoño y primavera) se muestrearon 25 sitios en Puan, coincidentes con lugares de poco disturbio antrópico, tales como escuelas rurales, bosquecillos añejos y arboledas de campos con baja a nula actividad agrícola. El trabajo de campo en cada fecha de muestreo (2 por año), se realizó en 2 jornadas, evitando posibles efectos tempero-espaciales. En cada sitio se realizaron observaciones y extracción de material vivo hasta una altura de 2 m, se tomaron fotografías y se completó una guía de campo junto a una georreferencia. En cada lugar se consiguieron 4 muestras para analizar. El material biológico extraído fue acondicionado en envases cerrados de papel y transportados en cajas oscuras y frescas hasta el laboratorio, donde se realizaron determinaciones específicas de lo recolectado (ramas con hojas maduras, jóvenes y brotes, insectos, huevos). Las observaciones fueron realizadas con lupa estereoscópica Leitz. La determinación de especies en sus distintos estados (huevos estados inmaduros y adultos) fue asistida con trabajos de Bouvet (2005, 2011), Botto (2012, 2013), Rosado (1996), Bright (2004), Carpintero (2006) y Wilcken (2010).

### Resultados

Los sitios de muestreos fueron 25, los cuales representan el 75 % de la superficie Puan (Figura 1), entre los años 2013 a 2016 resultando en 700 muestras.

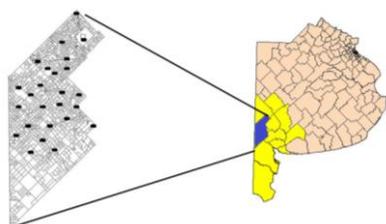


Figura 1: Sitios de muestreo y su ubicación en el Partido de Puan. A la izquierda se representa al Partido de Puan, en blanco y negro, puntos en color negro (■) indica sitio de muestreo. A la derecha se observa la pcia. de Bs. As.; en color azul (■) indica partido de Puan, que junto a los diez partidos coloreados de amarillo (■) representan el SO bonaerense; restantes partidos bonaerenses se observan en color beige (■).

Los eucaliptos muestreados fueron 95 % *E. camaldulensis*, seguido por *E. globulus* e híbridos. Las características de suelos (Zilio 2015) se corresponden con la presencia mayoritaria de eucalipto colorado, por su rusticidad y adaptabilidad (Baridón et al. 2001) seguido por el eucalipto blanco. Se registraron 7 especies de insectos asociados a eucaliptos, cinco son IEI, *Gonipterus scutellatus*, *Gonipterus gibberus*, *G. brimblecombei*, *T. peregrinus*, *L. invasa*, 2 restantes son micro-himenópteros parasitoides *Anaphes nittens* y *Psyllaephagus bliteus*. Se registra el hallazgo de 3 especies: *P. bliteus*, *L. invasa* y *T. peregrinus*, nunca antes citadas para el Partido de Puan. La Tabla 1 sintetiza el hallazgo de cada una de las especies mencionadas.

**Tabla 1:** Insectos asociados a eucaliptos en el partido Puan (años 2013 a 2016). **A:** ausente en todos los sitios; **I:** presente en 1-2 sitios - **X:** presencia generalizada.

Insectos asociados a Eucaliptos	2013		2014		2015		2016 Otoño
	Otoño	primavera	otoño	primavera	otoño	primavera	
<i>G. scutellatus</i> (gorgojo)	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. gibberus</i> (gorgojo)	X	X	X	X	X	X	X
<i>A. nitens</i> (avispa parasita)	X	X	X	X	X	X	X
<i>G. brimblecombei</i> (psílido)	X	X	X	X	X	X	X
<i>P. bliteus</i> (avispa parásita)	I	I	X	X	X	X	X
<i>L. invasa</i> (avispa agalla)	A	A	A	I	I	I	X
<i>T. peregrinus</i> (chinche)	A	I	I	I	I	X	X

*G. scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), “gorgojo del eucalipto”, fue la primera plaga introducida en nuestro país en la década del '20. Produjo severos daños al inicio de su establecimiento, actualmente se encuentra ampliamente distribuida, ataca más de una especie de eucalipto (Curvetto com. pers.; Botto, 2013). Es controlado biológicamente por *A. nittens* (Hymenoptera: Mymaridae) introducido en nuestro país en la década del 80' (Cabrera Walsh et al. 2012). *G. gibberus* Boisduval (Coleoptera: Curculionidae) “gorgojo del eucalipto” también se encuentra presente en nuestro país (Brigh 2004; Curvetto com.pers.). Ambas especies de gorgojos son defoliadores de follaje, tanto sus estados inmaduros de larva, en sus cinco estadios, como los adultos. Desde el 2013 al 2016 se detectó en todos los sitios. Se encontraron tanto sus huevos protegidos en ootecas como sus estadios larvales y el estado adulto. De la avispa parasitoide *A. nittens* se detectó en adulto en muestras de hojas jóvenes que presentaban ootecas, y en laboratorio, avispa adulta emergida en condiciones artificiales. *G. brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae), “psílido del escudo del eucalipto” (Bouvet et al. 2005) es succionador de savia, se alimenta de hojas y construye un escudo protector cónico azucarado, color blanco, bajo el cual permanece hasta transformarse en adulto. Se encontró como huevos, ninfas (en sus 5 estadios) y adultos. La avispa parasitoide *P. bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) detectada por el orificio de salida hecho por el adulto de la avispa en el cono azucarado de las ninfas del psílido, y en laboratorio se aislaron ejemplares en ramas con sus hojas con conos. *T. peregrinus*, Carpintero y Dellappé, 2006 (Heteroptera: Thaumastocoridae) “chinche del bronceado del eucalipto” informada en 2007 en Entre Ríos (Bouvet et al. 2007) se alimenta de la savia de las hojas, tanto las ninfas como los adultos, y su síntoma característico es el amarillamiento de hojas por secciones, que se ven “bronceadas”, y en casos severos de abundancia producen secado de brotes y defoliación (Oumar et al. 2013). En 2013 fue encontrada en 1 sitio en huevos eclosionados, y a partir del 2014 se detectó en la mayoría de los sitios, en hojas con bronceado, huevos eclosionados. En 2016 además de estos síntomas se identificaron y estuvieron presentes ninfas y adultos en forma gregaria. *L. invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), detectada en 2010 en la provincia de Buenos Aires (Botto 2012), es una micro-avispa, y su presencia se evidencia por protuberancias (agallas) sobre la nervadura central de hojas jóvenes y/o pecíolos, como también sobre tallos de ramas jóvenes (Jorge et al. 2014, Villaverde 2016). Apareció en 2014 sólo en 2 sitios, aumentó en posteriores muestreos. En distintos años y sitios se hallaron ejemplares de larvas y adultos de géneros *Eriopis*, *Coccinella*, *Harmonia*, *Hippodamia* (Coleoptera: Coccinellidae) y *Crhysopa* (Neuroptera: Chrysopidae), y adultos de *Pseudodoros*, *Eupeodes* (Diptera: Syrphidae). Se trata de insectos entomófagos, predadores de estadios de los IEI descriptos (Botto et al. 2012 y 2013, Bouvet 2011, Cabrera Walsh et al. 2012), pero por no ser específicos de los eucaliptos, no se incluyeron en la tabla 1.

Hasta el año 2013 se conocía la presencia de *G. scutellatus*, *G. gibberus* y *G. brimblecombei* (Curvetto com.pers), lo que validamos con el presente estudio, con el que detectamos respectivas avispas parasitoides y entomófagos predadores (coccinélidos, sírfidos y crisopas). En cambio no habían sido reportadas las presencias de *T. peregrinus* en eucalipto colorado, mientras que en eucaliptos blancos se encontraban *Gonipterus* y *G. brimblecombei* en baja abundancia. Los eucaliptos en esa primavera tuvieron bajo follaje debido a factores abióticos de sucesivas heladas y de sequía (Marini 2008, D'Ambrosio et al. 2013). En 2014 se sumó *T. peregrinus* en 2 sitios y en mayor abundancia. En un sitio se detectó *L. invasa*. En 2015 la presencia y abundancia de *Gonipterus* sp. y de *G. brimblecombei* fue similar a los 2 años anteriores, mientras *T. peregrinus* aumentó su abundancia en primavera y en mayor número de sitios. *L. invasa* se presentó en 2 sitios en otoño como en primavera. En 2016 *T. peregrinus* estuvo en 20 sitios, *L. invasa* se presentó en 10 sitios.

## Discusión

Existen unas 25 plagas asociadas a eucalipto registradas para nuestro país (Bouvet 2011), la mayoría de ellas identificadas en Entre Ríos (Bouvet 2005), Misiones, Corrientes y Buenos Aires (Cuellar et al. 2014), donde se encuentran plantaciones industriales (Beale & Ortiz, 2013). En Puan se registraron sólo 5 especies asociadas a eucalipto. Sin embargo es posible que aparezcan nuevas plagas en

próximos relevamientos, como ocurrió con *T. peregrinus* y *L. invasa* entre 2013 y el 2016. En cuanto a presencia de controladores específicos, Botto et al. (2012) indican que aún no están presentes en los ambientes para *L. invasa* y *T. peregrinus*. En nuestro trabajo no evidenciamos presencia ni daño en estas especies por parasitoides ni por entomopatógenos. Respecto a la genética del hospedante, se coincide con Cuello et al. (2014), *E. camaldulensis* se comporta como susceptible a los cinco IEl estudiados, en comparación con otras especies como *E. grandis* o *E. viminalis*. En los eucaliptos blancos encontramos *Gonipterus* sp. y *G. brimblecombei*. Los insectos entomófagos con potencial como biocontroladores, tales como larvas de crisópidos, utilizadas en diversos cultivos dado que poseen atributos deseables en un biocontrolador (Albuquerque et al. 1994), o bien parasitoides como *P. bliteus*, que su introducción en países como Estados Unidos, México y Chile se ha establecido con éxito y en algunos casos ha alcanzado porcentajes de parasitismo elevados (Dahlsten et al. 2005, Boavida et al. 2016). Estos conocimientos son una herramienta fundamental para la elaboración de estrategias de manejo de las plagas, tendientes a mejorar la sanidad del cultivo en forma sostenible y amigable con el medio ambiente. Los géneros hallados en este trabajo de coccinélidos, crisópidos y sírfidos, que aportan sanidad al eucalipto (Botto et al. 2012, 2013, Bouvet 2011, Cabrera Walsh et al. 2012, Cuello et al. 2013) se podrían favorecer como estrategia de manejo.

### Conclusiones

Los eucaliptos de Puan mantienen poblaciones de *Gonipterus* y de *G. brimblecombei*. La presencia de predadores genéricos y *P. bliteus* aportan sanidad al eucalipto. Se reporta la aparición reciente en la región de *T. peregrinus* y de *L. invasa*. Dado que se está trabajando y logrando resultados en la incorporación en nuestro país de un controlador específico para chinche, avispa *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae) (Botto com.pers, Dell'Arciprete 2016) será posible incorporarlo a la región en un futuro. Es necesario continuar con monitoreos y estudios poblacionales de los actuales IEl asociados a eucaliptos. Esta información será necesaria para aportar estrategias de manejo en su aspecto sanitario. Atributos de tolerancia genética en eucaliptos colorados, por adaptabilidad a la región, es una posibilidad a explorar en el futuro.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen a C. Hernández, A. Andorno, E. Cuello y E. Botto del IMyZA INTA Castelar, por el apoyo para las identificaciones y mejorar las técnicas de laboratorio.

### Bibliografía

- Albuquerque G, Tauber C & Tauber J. 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Life History and Potencial for Biological Control in Central and South America. *Biological Control* 4: 8-13.
- Baridón J, Lanfranco J, Marlats R, Vázquez, M. 2001. Evaluación de la calidad de sitio forestal para *Eucalyptus camaldulensis* mediante índices edáficos en argiudoles y argiucuales, Argentina. *Agricultura técnica*, 61(2), 192-201.
- Beale I & Ortiz E. 2013. El Sector Forestal Argentino: EUCALIPTOS. *Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustria* N° 53 ISSN: 1852 – 7086.
- Boavida C, García A & Branco M. 2016. How effective is *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) in controlling *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea)? *Biological Control* dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.04.003
- Botto E, Maly L & Klasmer, P. 2012. Plagas forestales introducidas en la Argentina. Análisis de su situación actual. Seminario Internacional sobre plagas cuarentenarias forestales. Curitiba, Brasil.
- Botto E, Andorno A, Cuello E & Hernandez C. 2013. Invasiones Biológicas y Plagas Forestales: Análisis De Su Situación Actual En La Argentina. V Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Iguazú, Misiones, Argentina.
- Bouvet J, Harrant L & Burckhardt D. 2005. Primera cita de *Blastopsylla occidentalis* y *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) para la República Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 64(1-2): 99-102.
- Bouvet JP. 2011. Manual de insectos asociados al cultivo de eucalipto. Ed. INTA. Bs. As. 64pp.

- Brigh D. 2004. Coleoptera: Curculionidae. Catálogo de Insectos Fitófagos de la Argentina y sus Plantas Asociadas. Sociedad Entomológica Argentina ed. Buenos Aires, pp. 124-163.
- Cabrera Walsh G, Briano J & Enrique A. 2012. El control biológico de plagas. Revista Ciencia Hoy 22(128): 57-64.
- Carpintero D & Dellapé P. 2006. A new species of *Thaumastocoris* Kirkaldy from Argentina (Heteroptera: Thaumastocoridae: Thaumastocorinae). Zootaxa 1228: 61-68.
- Cuello E, Andorno A, Hernández C, Dell' Arciprete V & Botto E. 2014. Primeros estudios sobre asociaciones tróficas de interés para la sanidad forestal en *Eucalyptus* spp. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 73 (3-4): 183-186
- Cuello E, Andorno A, Hernández C, Posadas J & Botto E. 2013. Estudio de la biodiversidad asociada a las plagas principales de *Eucalyptus* spp., para la selección de potenciales agentes de control biológico. Primeras Jornadas Argentinas de Sanidad Forestal (JASaFo), Bariloche, Argentina.
- Carpintero DL & Dellapé PM. 2006. A new species of *Thaumastocoris* Kirkaldy from Argentina (Heteroptera: Thaumastocoridae: Thaumastocorinae). Zootaxa 1228: 61-68.
- D'Ambrosio G., Bohn V, Piccolo M. 2013. Evaluación de la sequía 2008-2009 en el oeste de la Región Pampeana (Argentina). Cuadernos Geográficos, 52(1), 29-45.
- Dahlsten D, Daane K, Paine T, Sime K, Lawson A, Rowney D, Roltsch W, Andrews J, Kabashima J, Shaw D, Robb K, Geisel P, Chaney W, Ingels C, Varela L, Bianchi M & Taylor G. 2005. Imported parasitic wasp helps control red gum lerp psyllid. California Agriculture 59: 229-234.
- Dell' Arciprete V. 2016. Combatiendo la chinche del eucalipto. La importancia del trabajo en equipo para controlar biológicamente a la plaga. Estación Forestal INTA 25 de Mayo (EEA Pergamino).
- Jorge C, Gómez D & Martínez-Crosa G. 2014. La avispa agalladora del eucalipto *Leptocybe invasa*: reconocimiento, daños y posibles estrategias de manejo. VI jornada técnica de protección forestal. Serie técnica 210, INIA Uruguay.
- López Castro A. 2013. Propuesta para la creación de un plan maestro de arbolado urbano de alineación para la localidad de Darregueira, Partido de Puan. Trabajo Final Ing. Ftal. FCAYF UNLP.
- Marini, M. 2008. El avance de la frontera agrícola en el área adyacente al sistema Sierras de la Ventana (Buenos Aires, Argentina). Investigaciones geográficas, (47): 111-121.
- Rosado-Neto G & Marques M. 1996. Características do adulto, genitália e formas imaturas de *Gonipterus gibberus* Boisduval e *G. scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae). Revista Barisilera de Zoología 13 (1): 77 – 90.
- Scarpati O & Capriolo A. 2013. Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, 2013(82): 38-51.
- Uboldi J. 2012. Cambio climático, turismo y riesgo de incendios forestales, de pasturas y de interfase en el sudoeste bonaerense, su análisis con geotecnologías. Revista Geográfica de América Central.
- Villaverde R & Acosta N. 2016. Plagas en eucalipto. Hoja informativa de Foresto Industria del Ministerio agricultura de la provincia de Buenos Aires.
- Wilcken C, Soliman E, Nogueira L, Rodrigues L, Ribeiro T, Ferreira P & Rodrigues R. 2010. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on *Eucalyptus* in Brazil and its distribution. Journal of Plant Protection Research 50(2): 201-205.
- Zilio J. 2015. Aspectos de calidad de suelos representativos del sur de la provincia de Buenos Aires y efectos de la actividad agropecuaria sobre la misma. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur.

## Densidad de parejas nidificantes de golondrina patagónica en bosques de ñire del Oeste de Chubut sometidos a diferentes tipos de manejo

Lomagno VE<sup>1</sup>, Garcia Betoño MI<sup>1</sup>, Bava JO<sup>2</sup>, Casaux RJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica, CONICET – UNPSJB

<sup>2</sup> CIEFAP

**Autor de correspondencia:** [valeria\\_lomagno@hotmail.com](mailto:valeria_lomagno@hotmail.com)

### Resumen

En la temporada reproductiva 2015-2016 se estimó la densidad de parejas nidificantes de golondrina patagónica (*Tachycineta leucopyga*) en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) del Oeste de la Provincia de Chubut. En el estudio se consideraron bosques sometidos a diversos tipos de manejo: bosque sometido a extracción de leña por manchones (dos parcelas de 13,3 y 10,9 hectáreas) y por parqueizado (dos parcelas de 9 y 16,8 hectáreas), bosque convertido a pastura (dos parcelas de 14,2 y 12,9 hectáreas) y ñirantal denso sin manejo (una parcela de 7,3 hectáreas). El área de muestreo se encuentra comprendida entre los meridianos 71° 15' y 71° 45' O y los paralelos 43° 09' y 43° 35' S. La densidad de parejas nidificantes se obtuvo mediante la búsqueda intensiva de nidos en cada una de las parcelas. La temporada reproductiva se extendió desde fines de octubre de 2015 hasta mediados de febrero de 2016. Las parejas nidificantes de golondrina patagónica sólo estuvieron presentes en bosques con un manejo del tipo de parqueizado en densidades que variaron entre 0,18 y 1,11 nidos por hectárea, estando ausente en los restantes sitios de muestreo. Las diferencias encontradas podrían deberse a cambios en la estructura del bosque (e.g. densidad, DAP, y estado sanitario de los árboles) determinados por las diferentes estrategias de manejo.

**Palabras clave:** *Tachycineta leucopyga*, *Nothofagus antarctica*, manejo forestal.

## Los artrópodos del suelo y el sotobosque, ¿pueden dar indicios del manejo forestal?

Manzo R <sup>1,2,5</sup>, Rago M <sup>3,5</sup>, Gönc R <sup>4</sup>, Rizzuto S <sup>1,2</sup>, Orellana IA <sup>2,3</sup>, Urretavizcaya MF <sup>3,5</sup>, Gonda H <sup>3,2</sup>

1 LIEB, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

2 Universidad Nacional de la Patagonia SJB

3 CIEFAP

4 Roemmers SACIF

5 CONICET

**Autor de correspondencia:** [srizzuto@unpata.edu.ar](mailto:srizzuto@unpata.edu.ar)

### Resumen

Los distintos modelos de manejo de las forestaciones implican podas y raleos. Estas intervenciones permiten un mayor ingreso de luz debajo del dosel, lo que impacta sobre la macrofauna, la mesofauna edáfica y la vegetación del sotobosque. La mesofauna y la vegetación cumplen un rol importante en la formación y estabilidad de los suelos. A su vez el desarrollo de la cobertura vegetal bajo el dosel, genera hábitats para otras especies. El objetivo del trabajo fue evaluar la riqueza, composición y abundancia de la mesofauna del suelo, la vegetación del sotobosque y los insectos, en un rodal mixto de *Pinus ponderosa* (Dougl. ex Laws.) y *Pinus jeffreyi* (Grev. & Balf.) establecido en 1999, en Meliquina, Neuquén, donde se aplicaron 4 intensidades de raleo. Cada tratamiento consta de dos repeticiones de 50 x 50 m, con un rango de densidad definido según el índice de densidad de Reineke: testigo (T), densidad alta (DA), densidad media (DM) y densidad baja (DB). Durante el otoño del año 2016 se muestreó mesofauna de suelo, insectos, vegetación y banco de semillas del suelo (BSS). Dentro de la mesofauna se encontró mayor abundancia de Oribátidos en DB con 71 individuos y menor abundancia en T con 37 individuos, siendo este grupo el más relevante, dentro de los ácaros en cuanto al ciclado de nutrientes. La riqueza de plantas vasculares fue mayor en DB con 22 sp., y la menor en T con 1, la cobertura 1,77 % en DB y 0,3 % en DM, dada principalmente por regeneración de pinos. La composición del BSS sólo se analizó en DA y DB siendo similar en ambos. En cuanto a los insectos, sólo se encontraron dos órdenes: Diptera y Coleoptera. Los dípteros estuvieron presentes en todos los tratamientos, mientras que los coleópteros sólo se encontraron en el tratamiento DB. Los resultados de este trabajo muestran que los distintos taxones pueden dar indicios del manejo forestal ya que tienen similar tendencia en respuesta a los tratamientos estudiados. Esto indicaría que sería interesante tener en cuenta la mayor cantidad de eslabones del ecosistema para evaluar la eficacia de los manejos forestales.

**Palabras clave:** mesofauna, sotobosque, insectos.

## Ensayo de siembra aérea de pehuén con helicóptero en el área Moquehue, Provincia de Neuquén

Mazzuchelli M <sup>1</sup>, Sanguinetti J <sup>2</sup>, Catalán M <sup>1</sup>, Gonzalez Musso R <sup>1</sup>, Ceballos E <sup>1</sup>, Szychowski A <sup>1</sup>, Dominguez A <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Gestión de Bosque Nativo, Provincia de Neuquén

<sup>2</sup> Administración Nacional de Parques Nacionales. Parque Nacional Lanín

**Autor de correspondencia:** *sfs.argentina@gmail.com*

### Resumen

Con el objetivo de evaluar nuevas y diferentes estrategias de restauración activa en bosques nativos, se llevó a cabo un diagnóstico de la siembra aérea de semillas (piñones) de pehuén (*Araucaria araucana*) realizada hace 49 años. A partir de ese diagnóstico se diseñó y ejecutó una nueva experiencia en cercanías del lago Moquehue, en la Provincia de Neuquén. En 1967, personal técnico realizó el ensayo en cuatro sitios sobre 300 hectáreas, dispersando en dos horas de vuelo con avioneta entre 2 y 5 kilos de semillas por hectárea, desde 60 m de altura y a 170 km/h. En uno de estos sitios de 50 hectáreas, ubicado en una zona plana con bosque alto de pehuén y lenga (*Nothofagus pumilio*) severamente quemada en 1966 y sin pehuenes sobrevivientes, se evaluó la efectividad del ensayo donde se sembraron 250 kilos. Del resultado del relevamiento se desprende que las plantas establecidas por siembra aérea tienen una distribución heterogénea, con espaciamientos de entre 1 y 20 m, similar a un bosque natural. Se estimó una densidad de plantas de 300 individuos por hectárea y una altura promedio de 4 metros. Asumiendo que las semillas utilizadas en 1967 tenían un peso de 3,2 g, se estimó una dispersión aérea de 1560 semillas por hectárea y por ende una estimación de supervivencia promedio de 19 % luego de 49 años. Previo a la nueva siembra, realizada en abril de 2016, se seleccionaron los sitios a través del análisis de imágenes satelitales y de recorridas a campo para evaluar composición de especies, ausencia de ganado y ambientes favorables para el establecimiento de pehuén, entre otros. La nueva siembra se efectuó en 200 hectáreas en una hora diez minutos de vuelo utilizando 400 kilos, 2 kilos por hectárea, dispersadas a una velocidad de 104 km/h; a 60 m de altura desde helicóptero. En temporadas venideras se evaluará el porcentaje de establecimiento y supervivencia de plántulas, como así parámetros de distribución y densidad. Considerando el lento crecimiento de la especie, se espera en 5 años tener una conclusión de la eficiencia de esta acción.

**Palabras clave:** Araucaria, siembra aérea, restauración.

## Muerte apical de pinos en Patagonia argentina: identificación molecular del agente etiológico

Monges JI<sup>1</sup>, Rajchenberg M<sup>1,2,3</sup>, Pildain MB<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Área de Protección Forestal, CIEFAP

<sup>2</sup> CONICET

<sup>3</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** [jmonges@correociefap.org.ar](mailto:jmonges@correociefap.org.ar)

### Resumen

*Diplodia pinea* (= *Sphaeropsis sapinea*) es un patógeno oportunista que afecta coníferas y particularmente a *Pinus* spp. alrededor del globo. No se conoce su fase sexual, pero estudios poblacionales evidencian recombinación genética. En general se distinguen cuatro morfotipos, de los cuales dos han sido propuestos como otras especies: *D. scrobiculata*, menos virulenta que *D. pinea*, y *D. seriata* de características intermedias entre ambas especies. En Patagonia hay un registro de *D. pinea* asociado a muerte apical en *Pinus ponderosa* y otro con comportamiento saprófito. En este marco nos propusimos aislar e identificar molecularmente las cepas de *Diplodia* registradas en Patagonia y posteriormente ensayar su patogenicidad. Muestreamos 28 forestaciones de *Pinus* spp. entre los 39°59' y los 43°15' S, donde colectamos conos, acículas, madera y tallos de árboles sintomáticos. Los aislamientos se realizaron en el material sintomático a partir de signos (conidiomas) presentes o bien desarrollados en cámara húmeda. Aquellos aislamientos que se asemejaron a *Dothideomyces* se repicaron a medio Agar - Agua donde *D. pinea* esporula más frecuentemente. La determinación molecular se realizó por secuenciación de dos regiones del ADN nuclear: la región ITS, utilizando la combinación de primers ITS1/ITS4, y una porción de la región del gen de  $\beta$ -tubulina, con la combinación de primers T10/Bt2b. Para el análisis filogenético utilizamos máxima verosimilitud. Resultados preliminares indican la presencia de dos especies: *D. seriata*, asociada al registro de muerte apical, y *D. scrobiculata*, asociada al comportamiento saprófito como organismo manchador. Estos resultados son consistentes con los antecedentes que registran a *D. scrobiculata* como patógeno débil de *Pinus* spp. y a *D. seriata* como patógeno que causa daños severos sobre *Prunus* spp. y *Vitis vinifera* y que ha sido citado sobre *Pinus* spp.

**Palabras clave:** *Diplodia*, *Pinus ponderosa*, patógenos.

## Frecuencia de especies de sauces en las cuencas de los ríos Chubut y Futaleufú

Orellana IA <sup>1,2</sup>, Amico IL <sup>3</sup>, Bonansea TB

1 Universidad Nacional de la Patagonia SJB

2 CIEFAP

3 Área Forestal, EEA Esquel, INTA

**Autor de correspondencia:** [iorellana@ciefap.org.ar](mailto:iorellana@ciefap.org.ar)

### Resumen

Durante la última década se han reportado numerosos procesos de invasiones en Patagonia; varias especies e híbridos de sauces (*Salix* spp.) son elementos frecuentes en la mayoría de los cursos de agua y humedales. Se presentan los resultados de una prospección de sauces realizada en dos cuencas hidrográficas de la Provincia del Chubut. Los muestreos a campo incluyeron la parte superior y media del Río Chubut: A° Madera, A° La Cancha, A° Leleque, A° Lepa, A° Ñorquinco, Río Tecka, Río Gualjaina y Río Chubut en los sectores que van desde las localidades de El Maitén, Piedra Parada y Las Plumas. En tanto en la cuenca del Río Futaleufú se relevaron: Río Futaleufú, Río Corinto, Río Percey, A° Esquel, A° Desaguadero, Lago Futalaufquen, Río Rivadavia, Lago Rivadavia, Río Carrileufú y Lago Pellegrini. Se tomaron muestras de ramas y hojas frescas de 300 individuos, que luego fueron identificados a nivel de especie en base a caracteres morfológicos. En paralelo, se están estudiando mediante marcadores microsatélites las relaciones de parentesco entre los ejemplares híbridos, así como la confirmación de la identificación de las especies mediante marcadores ITS. En la cuenca del Río Chubut se registraron: el híbrido *S. x fragilis* (ex *S. x rubens*) con una frecuencia del 69 %, *S. humboldtiana* (18 %), y en menor proporción *S. alba* var. vitelina (7,5 %), *S. caprea* (3 %), *S. euxina* (ex *S. fragilis*) (1,5 %), así como un probable híbrido entre *S. humboldtiana* y una de las especies exóticas. Los ejemplares de *S. humboldtiana*, única especie de sauce nativa de la región, son escasos, y la mayoría son árboles añosos. Sin embargo en las proximidades de Las Plumas, hay renovales. Desde el punto de vista de la conservación biológica, el río Chubut alberga las poblaciones de *S. humboldtiana* en el límite Sur de su distribución, por lo que realizar aportes que promuevan su conservación resulta oportuno. En la cuenca del Río Futaleufú se registraron: el híbrido *S. x fragilis* (ex *S. x rubens*) con una frecuencia del 75 %, *S. caprea* (13 %), *S. viminalis* (10 %), y en menor proporción *S. euxina* (ex *S. fragilis*), *S. alba* var. vitelina, y *S. babylonica*.

**Palabras clave:** *Salix x fragilis*, *Salix x rubens*, *Salix humboldtiana*.

## Aportes al control de las invasiones de sauces en la Provincia de Chubut

Orellana IA <sup>1,2</sup>, Amico IL <sup>3</sup>, Jovanovski A <sup>1,2</sup>

1 Universidad Nacional de la Patagonia SJB

2 CIEFAP

3 Área Forestal, EEA Esquel, INTA

**Autor de correspondencia:** [iorellana@ciefap.org.ar](mailto:iorellana@ciefap.org.ar)

### Resumen

En la cuenca del Río Futaleufú el principal foco de invasión se encuentra en el valle del Río Corinto y es ocasionado por un sauce híbrido, *Salix x fragilis*. Hemos implementado experiencias de control del rebrote, basadas en la combinación de tratamientos de corta y aplicación de agroquímicos, categoría IV Organización Mundial de la Salud. Se instaló un ensayo en 5 predios productivos de la cuenca del Río Corinto (5 repeticiones), en cada sitio se establecieron parcelas de 100 m<sup>2</sup> donde se probaron 4 tratamientos comparados con un control, aplicados en primavera y otoño respectivamente. Se aplicó: 1) corta y aplicación de Tocón (2 % en agua) con pincel, sobre el corte fresco, 2) corta y aplicación de glifosato (7,5 % en agua). El tercer tratamiento consistió en inyecciones de glifosato a árboles en pie (dosis de 10 ml de glifosato al 30 % por agujero). El cuarto tratamiento fue de aspersión de glifosato al 3 %, sobre plantas de menos de 5 cm de DAP. Al control se le aplicó sólo corta. Se analizó el rebrote promedio por planta, por parcela, durante dos años. Los menores porcentajes de rebrote al año 2, se obtuvieron con los tratamientos de inyección (0 %) y pintado de glifosato (25 %) en primavera; para el testigo se obtuvo un 90 % de rebrote. De los tratamientos de corta se obtienen en promedio, por hectárea tratada: 317 m<sup>3</sup> de leña, 327 postes de 2,2 m, 223 varillas y 80 rollizos. Debido a la complejidad de los tratamientos que requieren manejo de agroquímicos, así como a los efectos que puedan tener las cortas de los sauces aguas abajo, creemos que el manejo de las invasiones debería encararse de manera progresiva a escala de subcuenca. Intervenciones bruscas de especies invasoras establecidas por largo tiempo, pueden resultar perjudiciales a nivel ecológico. Hay áreas donde resulta prioritario el control de los sauces: áreas que alteren el curso natural del río, áreas de siembra, áreas de acceso de embarcaciones. De igual manera, hay áreas en las que resulta prioritario recuperar la vegetación arbustiva y arbórea ribereña, que cumpla las funciones de contención de las riberas.

**Palabras clave:** *Salix x fragilis*, manejo sauces, productividad.

## Comunidad de plantas leñosas en riberas de áreas urbanizadas: estudio de caso en el A° Esquel (subcuenca del río Percy, Argentina)

Papazian G<sup>1</sup>, Kutschker AM<sup>1</sup>, Rovere AE<sup>2,3</sup>

1 Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB, Sede Esquel

2 Laboratorio Ecotono, CRUB, Universidad Nacional del Comahue

3 CONICET

**Autor de correspondencia:** [gabipapazian@gmail.com](mailto:gabipapazian@gmail.com)

### Resumen

El desarrollo urbano ha generado importantes transformaciones de los ríos que circulan en su entorno, casi siempre hacia una degradación hidrológica y ecológica. Las comunidades vegetales ribereñas controlan los flujos de agua, sedimentos y nutrientes desde el entorno. El estudio de su composición, estructura, cobertura y continuidad, entre otros, son de gran relevancia, ya que representan elementos hidromorfológicos indicadores del estado ecológico de los ríos. La evolución urbanística supone en la mayoría de los casos una pérdida de los valores naturales de los ríos, intensificada por el efecto sinérgico de otros impactos como la canalización, la extracción de áridos, y el vertido de efluentes. El objetivo del trabajo fue describir y analizar la composición y estructura de la vegetación ribereña en tramos urbanos, periurbanos y de referencia del A° Esquel, tanto a lo largo de un gradiente longitudinal como transversal al cauce. Se seleccionaron cuatro tramos de 100 m de longitud, en sitios de referencia, pre y post-urbano y urbano, donde se establecieron en cada ribera dos transectas perpendiculares al cauce. A su vez en cada transecta se delimitaron cuatro parcelas de 25 m<sup>2</sup> equidistante una de otra, donde se estimó la cobertura de la comunidad ribereña utilizando el método de Braun-Blanquet. Se registró un total de 20 especies leñosas, de las cuales el 80 % fueron nativas; el tramo de referencia resultó el más rico con 16 especies y el urbano el de menor riqueza con una sola especie, exótica. La especie arbustiva más frecuente fue *Ochetophyla trinervis* (chacay) y la arbórea *Salix* sp. (sauce), presentes en tres de los sitios. El sitio pre-urbano fue el de mayor cobertura (76,75 %), aportado en partes iguales por el estrato arbóreo y arbustivo, y el urbano el de menor cobertura (27,5 %) representado por una especie arbórea. Las intervenciones antrópicas en los tramos urbanos del A° Esquel han modificado fuertemente la estructura y composición de la flora leñosa ribereña, afectando con ello la calidad ecológica de sus riberas.

**Palabras clave:** vegetación ribereña, antropización, calidad ecológica de ríos.

## Enfoque de servicios ecosistémicos para la planificación del uso de los bosques de ñire de Santa Cruz

Peri PL<sup>1,2,3</sup>, Ormaechea S<sup>1</sup>, Lencinas MV<sup>3</sup>, Bahamonde H<sup>1,2</sup>, Soler R<sup>3</sup>, Gargaglione V<sup>1,2</sup>, Rosas Y<sup>3</sup>, Martínez Pastur G<sup>3</sup>

1 EEA Santa Cruz, INTA

2 Universidad Nacional de la Patagonia Austral

3 CONICET

Autor de correspondencia: [peri.pablo@inta.gob.ar](mailto:peri.pablo@inta.gob.ar)

### Resumen

En Santa Cruz existen 159.720 ha de bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) con 90 % de su superficie con evidencia de uso ganadero. Actualmente los ñirantales poseen diferentes estructuras y composiciones florísticas como consecuencia del manejo ganadero y silvícola interactuando con otros factores climáticos (ej. sequías) y antrópicos (incendios, introducción de especies). Sin embargo, además de la producción ganadera y de madera, son varios los servicios ecosistémicos (SE) que brindan los bosques de ñire como la regulación hídrica, conservación de biodiversidad, suelo y calidad del agua, fijación de emisiones de gases con efecto invernadero, contribución a la diversificación y belleza del paisaje y defensa de la identidad cultural. Es decir, los SE se definen como “los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas”. En base a la información recolectada del inventario provincial de ñire (355 parcelas realizadas en el período 2009-2011) se determinó que de los SE de provisión (productos obtenidos de los ecosistemas), el 94 % de los bosques presentan volúmenes bruto con corteza menor a 150,1 m<sup>3</sup>/ha y la producción bovina y mixta (bovino+ovino) tienen la mayor participación en los establecimientos con bosque de ñire, con una carga promedio de 0,65 ± 0,15 equivalentes ovinos/ha. De los SE de regulación (beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema), 42.870 ha cumplen funciones de protección de suelos (por pendiente y altitud) y regulación hídrica (ríos y lagos). Además, estos bosques proveen un beneficio de regulación del clima a través de una tasa de fijación de carbono de 0,75 a 2,65 ton C/ha.año (según calidad de sitio, cobertura arbórea y fase de desarrollo) y 5.490 ha cumplen un rol en la provisión de hábitat para el huemul (*Hippocamelus bisulcus*). Teniendo en cuenta los SE culturales (beneficios no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas), al menos el 14 % de su superficie cumple funciones principalmente de turismo rural, turismo de naturaleza, pesca recreativa y valores estéticos. El manejo sustentable en estos bosques debería considerar el beneficio que distintos actores de la sociedad reciben de los ecosistemas, así como las complejas interacciones tanto positivas como negativas entre servicios.

**Palabras clave:** bosque nativo, ordenación de bosques, sistemas silvopastoriles.

## La importancia del bosque pantanoso costero de la Araucanía para la conservación de epífitas y trepadoras

Pincheira J <sup>1,2</sup>, Hernández C <sup>2,3</sup>

1 Laboratorio de Planificación Territorial, Universidad Católica de Temuco

2 Programa de Doctorado en Sistemática y Biodiversidad, Universidad de Concepción

3 Laboratorio de Ecología Evolutiva y Filoinformática, Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

**Autor de correspondencia:** [jpincchira@uct.cl](mailto:jpincchira@uct.cl)

### Resumen

Los ecosistemas originales de la costa de La Araucanía en Chile han sufrido un proceso histórico de degradación y fragmentación a escala de paisaje. Uno de los ecosistemas degradados que aún se mantiene es el bosque pantanoso, conformado por varias especies de *Myrtaceae* donde dominan *Blepharocalyx cruckshanksii* Nied. y *Myrceugenia exsucca* O. Berg. Para comprender cómo la degradación del bosque podría estar afectando la riqueza de trepadoras y epífitas vasculares, en este trabajo se comparó la riqueza y composición florística del bosque pantanoso con dos zonas forestales mejor conservadas y adecuadamente conocidas i) los ecosistemas forestales de la Cordillera de la Costa de las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue (región inmediatamente al sur del bosque pantanoso), y ii) un fragmento de bosque dominado por *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav. de la depresión intermedia de la región de La Araucanía (en la misma latitud). Para ello, se usó un muestreo por transectas en el bosque pantanoso y se revisó la literatura disponible de la flora de los otros sitios. La similitud florística se calculó con el índice de Jaccard y se efectuó una prueba de permutaciones con 1.000 iteraciones para determinar diferencias significativas entre los bosques. Los resultados mostraron: i) 17 especies de epífitas y 16 de plantas trepadoras para el bosque pantanoso costero, y ii) no se encontraron diferencias significativas en la similitud florística entre los tres bosques analizados. Estos hallazgos implican que comparativamente la riqueza de epífitas y trepadoras levantada en este estudio es casi tan alta como la máxima esperada para la región costera mejor conservada, más diversa y de mayor tamaño de más al sur, tanto para epífitas (17 vs 18 especies) como trepadoras (14 vs 16 especies) y que es necesario investigar el rol de la estructura del bosque y la influencia antrópica sobre ambos grupos de plantas. Finalmente, estos hallazgos dejan de manifiesto la importancia del bosque pantanoso para la mantención de la diversidad de epífitas y trepadoras a pesar de su evidente estado de deterioro.

**Palabras clave:** ensamble ecológico, paisaje cultural, conservación biológica.

## Vigilancia específica de *Lymantria dispar* en la Argentina

Pombo MJ<sup>1</sup>, Sesin M<sup>1</sup>, Couto VA<sup>1</sup>, Ciarla MV<sup>2,3</sup>, Maly L<sup>1</sup>, Mendy M<sup>1</sup>

1 Dirección Nacional de Protección Vegetal, Senasa

2 Dirección de Laboratorio Vegetal, Senasa

3 Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

**Autor de correspondencia:** [dvm@senasa.gov.ar](mailto:dvm@senasa.gov.ar)

### Resumen

*Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) es una plaga cuarentenaria ausente en la región del Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE). Se trata de una plaga polífaga, siendo los géneros más susceptibles *Quercus*, *Populus*, *Salix*, *Betula* y *Nothofagus*. Provoca una defoliación total, y puede causar la muerte luego de ataques sucesivos. La introducción de la misma en nuevas áreas tiene un impacto muy superior al que presenta en su lugar de origen, dado que normalmente en el mismo se encuentran presentes sus controladores biológicos. Se ha determinado que la principal vía de introducción la constituye el transporte de masas de huevos viables adosadas en las cubiertas de los barcos, contenedores o equipos diversos, desde lugares donde se ha reportado la presencia de la plaga, particularmente de la raza asiática. De lo anteriormente dicho surge la necesidad de disponer de un Plan de Contingencia orientado a la erradicación de poblaciones de la plaga que sean detectadas en la Región del COSAVE. El objetivo de dicho plan es definir un procedimiento de vigilancia que posibilite la detección temprana de *L. dispar* en Argentina, y avale la declaración de área libre de la plaga en el país. En una primera instancia se identificaron áreas en peligro, las cuales fueron la desembocadura del río Paraná y los Bosques Andino Patagónicos. Para la detección se utilizan trampas del tipo Delta, que contienen en su interior un atrayente a base de disparlure (+) como ingrediente activo, sintetizado a partir de la feromona sexual de la hembra de la especie. El sistema tuvo vigencia entre febrero y abril de 2016, coincidentemente con el período probable de vuelo de adultos. Se distribuyeron 107 trampas y se revisaron con una frecuencia de 30 días a objeto de detectar eventuales ejemplares de *L. dispar* capturadas. Las muestras fueron analizadas en laboratorio a través de observación microscópica. Cada revisión y resultado de análisis fue registrada en un sistema on-line, arrojando como resultado de dicho sistema de vigilancia, la ausencia de *L. dispar* en el país.

**Palabras clave:** plaga cuarentenaria, trampas delta, feromonas.

## Efecto del tamaño de claros de dosel sobre variables microclimáticas y humedad del suelo en un bosque de ñire en Patagonia Chilena

Promis A <sup>1</sup>, Cruz G <sup>1</sup>, Galindo N <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

**Autor de correspondencia:** [alvaro.promis@gmail.com](mailto:alvaro.promis@gmail.com)

### Resumen

Bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) han experimentado procesos de senescencia y mortalidad en las últimas décadas, debido principalmente al uso ganadero, provocando una degradación del recurso. Estos bosques presentan menor cobertura arbórea, con presencia de claros de dosel de diferentes tamaños, lo que podría modificar el microclima en su interior y afectar el proceso de regeneración. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tamaño de claros de dosel sobre la transmisión de radiación solar, contenido volumétrico de agua en el suelo ( $\Theta$ ), temperatura del aire (TA) y suelo (TS). El estudio se llevó a cabo en un bosque de ñire (1.225 árboles/ha, 17,8 m<sup>2</sup>/ha) ubicado en Valle California (43°40'S, 71°43'W, 670 msnm), cerca de localidad de Palena, Chile. En verano 2015 se realizaron tres tamaños de claros de dosel: pequeños (CP, relación diámetro claro (d) respecto altura árboles (h) < 1); medianos (CM, 12). Se seleccionaron tres claros por clase de tamaño y tres zonas con cobertura de dosel continuo. En cada situación se tomaron fotografías hemisféricas en febrero (período crecimiento vegetativo) y septiembre (período receso). Además en cada situación se registró a lo largo de un año  $\Theta$ , TA y TS. Los resultados muestran que radiación solar transmitida (directa, difusa y global) en claros de dosel grande es estadísticamente mayor a los otros tamaños y bajo el dosel continuo del bosque, en ambos períodos (con y sin hojas). Durante período de receso vegetativo (abril-septiembre), la TA máxima y la oscilación diaria de TS fue mayor en CG respecto de otras situaciones. En período de crecimiento vegetativo (octubre-marzo) TS promedio, TS máxima y oscilación diaria de TS fueron estadísticamente mayores en CG respecto a otros claros. En general CM y CP presentan valores intermedios entre CG o bajo dosel continuo. En conclusión, en grandes claros de dosel cambian las variables microclimáticas respecto a otros tamaños de claros y bajo dosel, lo que podría influir en la capacidad de regeneración natural de bosques de ñire.

**Palabras clave:** Palena, bosque degradado, claros dosel artificiales.

## Composición florística y experiencias de germinación en claros del bosque de lenga degradados por uso ganadero

Quinteros CP <sup>1,2</sup>, Bava JO <sup>1,3</sup>, Defossé GE <sup>1,2,3</sup>

1 CIEFAP

2 CONICET

3 Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** [pquinteros@correociefap.org.ar](mailto:pquinteros@correociefap.org.ar)

### Resumen

En el bosque andino patagónico, el pastoreo y pisoteo del ganado doméstico constituyen unos de los disturbios antrópicos más relevantes, que impactan sobre las propiedades del ecosistema. Uno de los estratos más afectados es el sotobosque. En los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*), este estrato conserva gran parte de la diversidad, y ocurren allí múltiples interacciones bióticas; en los sectores abiertos bajo uso ganadero se incrementa la cobertura herbácea, formando un tapiz denominado localmente "empastado" (E). Las observaciones de campo indican que en los E en los que se excluye el ganado, no se establece posteriormente la regeneración de lenga. El objetivo de este trabajo es relevar la composición florística en claros del bosque E, y sus efectos en la germinación y el establecimiento inicial de la regeneración de la lenga. En claros E de un bosque de lenga (~42° 49' 57" S, 71° 27' 46" O, Chubut), se relevó la cobertura y frecuencia de plantas (hasta 1 m de altura). Además, se realizaron 3 ensayos de siembra con semillas previamente estratificadas, 1 a campo (en cuadros de 50x50 cm, con 150 semillas) y 2 en vivero (en bandejas de 30x20 cm, con 100 semillas). Se aplicó el tratamiento cobertura herbácea (presencia, y ausencia: exclusión de herbáceas) en el ensayo a campo. En vivero además se aplicó un tratamiento de riego (normal y alto), y de surco de siembra (presencia y ausencia). Las especies más frecuentes en los E fueron *Poa pratensis* (97 %), *Trifolium repens* (78 %), *Rumex acetosella* (56 %), *Osmorhiza chilensis* y *Bromus coloratus* (52 %), *Acaena ovalifolia* y *Taraxacum officinale* (43 %); las primeras dos presentaron una cobertura superior a 30 %. La germinación fue baja (< 2 %), y aunque se observaron algunas tendencias no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Ensayos previos de plantación han mostrado un efecto negativo del E en el desarrollo de plantines de lenga. Sin embargo este efecto no se evidenció en la germinación. En este sentido, es necesario avanzar en el estudio de los efectos que ocasiona el ganado.

**Palabras clave:** empastado, ganado bovino, sotobosque de lenga.

## Respuesta inicial de la comunidad de plantas vasculares a tratamientos de residuos silvícolas en forestaciones de la cuenca Futaleufú, Chubut

Rago MM<sup>1,2</sup>, Lederer NS<sup>1,2</sup>, Defossé GE<sup>1,2,3</sup>, Urretavizcaya MF<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CONICET

<sup>2</sup> Área de Ecología de Ecosistemas Terrestres, CIEFAP

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** [mrango@correociefap.org.ar](mailto:mrango@correociefap.org.ar)

### Resumen

Los efectos de las plantaciones de coníferas exóticas en el ecosistema donde se implantan dependen del manejo forestal, entre otros factores. La poda y el raleo producen cambios en el ambiente de la plantación, como la generación de gran cantidad de material vegetal que queda como residuo. El objetivo del trabajo es determinar el efecto que producen distintos tratamientos de residuos de poda y raleo en las plantas vasculares del sotobosque de la plantación. Se seleccionaron 3 forestaciones de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws de 15 a 20 años de edad, ubicadas en un gradiente de precipitación (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>). En cada una se aplicaron 4 tratamientos, 3 de reducción de residuos: triturado (T), quema prescrita (Q), triturado y quema prescrita (TQ), y un control (C), donde se mantuvieron los residuos in situ, en un diseño de bloques completamente aleatorizado con 4 repeticiones. En cada repetición se establecieron 4 parcelas de 1 m<sup>2</sup>, donde se determinó la riqueza y cobertura de plantas vasculares, inmediatamente después de la aplicación de los tratamientos en S<sub>2</sub> y un año después en S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub>. Se calcularon índices de diversidad de Shannon (H) y Jaccard (J) para los tratamientos en cada sitio. En S<sub>1</sub> no se aplicó TQ y los valores de riqueza y cobertura fueron 23 y 24,8 % en C, 21 y 7,3 % en T y 9 y 2,2 % en Q. En S<sub>2</sub> fueron 6 y 0,5 % en C, 8 y 0,5 % en T, 5 y 0,2 % en Q y 5 y 0,2 % en TQ. En S<sub>3</sub> fueron 19 y 16,6 % en C, 23 y 13,7 % en T, 27 y 23,1 % en Q y 27 y 11,8 % en TQ. H varió de 1,7 a 2,4 en S<sub>1</sub>, de 0,9 a 1,2 en S<sub>2</sub> y de 1,3 a 1,9 en S<sub>3</sub>. J tomó valores menores a 0,6 en todas las comparaciones. Los resultados al primer año muestran tendencias diferentes en las respuestas de las plantas vasculares a los tratamientos dentro de cada sitio. El tiempo transcurrido desde la aplicación de los tratamientos, así como los factores que definen la calidad de sitio son importantes a tener en cuenta, ya que las especies podrían responder diferencialmente a ellos. Es importante el seguimiento en las próximas temporadas, incluyendo el relevamiento fuera de la plantación en un sitio con historia de uso similar.

**Palabras clave:** diversidad vegetal, manejo forestal, Patagonia.

## Hongos agaricoides como bioindicadores de manejo forestal de lenga en la Provincia del Chubut

Romano GM<sup>1</sup>, Greslebin AG<sup>1</sup>, Lechner BE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Depto. Biología, Fac. Cs. Nat., Universidad Nacional de la Patagonia SJB, CONICET

<sup>2</sup> Fac. Cs. Exac. Nat., Universidad de Buenos Aires, DBBE, INMIBO, CONICET

**Autor de correspondencia:** [gonzaromano@hongosdeargentina.org](mailto:gonzaromano@hongosdeargentina.org)

### Resumen

De las más de 1.000.000 ha de bosques de la Provincia del Chubut, los bosques de lenga [*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser] alcanzan las 192.316 ha, posicionando a Chubut como la segunda provincia con mayor superficie de bosques con predominio de esta especie luego de Tierra del Fuego. Se trata de la especie que históricamente ha tenido mayor valor para la industria maderera de la región patagónica. El objetivo general es contribuir al conocimiento de la diversidad y ecología de los hongos agaricoides en la Patagonia Andina y su potencialidad como bioindicadores del estado de conservación de bosques de lenga. Se realizaron muestreos al azar en áreas de 50 m x 50 m de hongos agaricoides en la zona cordillerana de la Provincia de Chubut, en bosques alrededor de los 71° de Longitud Oeste y a diferentes latitudes. En cada sitio de muestreo se identificaron parcelas con aprovechamiento forestal y parcelas control. Los basidiomas de hongos agaricoides recolectados fueron determinados a nivel de especie bajo microscopio. Para estudiar aquellas especies que podrían ser indicadoras del estado de intervención o conservación de los bosques de lenga, se construyeron índices de importancia, constancia ecológica y detectabilidad en función de la abundancia y permanencia de cada una de ellas. De las 158 especies halladas, ocho mostraron ser potenciales bioindicadoras de intervención de bosques de lenga mientras que sólo una mostró un potencial bioindicador de conservación de bosques de lenga mayor o igual a 0,7 (en una escala de 0 a 1). Sólo *Descolea antarctica* y *Pholiota baeosperma* cumplieron con las condiciones de detectabilidad necesarias para ser utilizadas fácilmente como bioindicadoras. Se discuten las implicancias de que las especies más relevantes, según los criterios de importancia y constancia ecológica establecidos, no siempre son fácilmente detectables.

**Palabras clave:** Patagonia, agaricales, bioindicadores.

## Efectos del manejo forestal de lenga sobre la comunidad de hongos agaricoides en la Provincia del Chubut

Romano GM<sup>1</sup>, Greslebin AG<sup>1</sup>, Lechner BE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Depto. Biología, Fac. Cs. Nat., Universidad Nacional de la Patagonia SJB, CONICET

<sup>2</sup> Fac. Cs. Exac. Nat., Universidad de Buenos Aires, DBBE, INMIBO, CONICET

**Autor de correspondencia:** [gonzaromano@hongosdeargentina.org](mailto:gonzaromano@hongosdeargentina.org)

### Resumen

Los bosques de lenga [*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser] alcanzan las 192.316 ha en la Provincia del Chubut, que es la segunda provincia con mayor superficie de bosques con predominio de esta especie luego de Tierra del Fuego. A lo largo de los años se han reportado diferentes técnicas y regímenes de tala de dicha especie. Con el objetivo de estudiar el efecto del uso forestal de bosques de lenga sobre la comunidad de hongos en la Patagonia Andina se realizaron muestreos al azar en áreas de 50 m x 50 m, en 3 bosques alrededor de los 71° de Longitud Oeste y a diferentes latitudes. En cada sitio se identificaron parcelas con aprovechamiento forestal y parcelas control sin uso forestal. En cada parcela se recolectaron basidiomas de hongos agaricoides, que fueron identificados a nivel de especie bajo microscopio. Para el análisis estadístico se realizó un diseño de bloques aleatorizados, donde el factor "sitio" fue utilizado para bloquear y despreciar el efecto de este sobre el factor "tratamiento", de 2 niveles (con y sin aprovechamiento forestal). Se obtuvo la abundancia total de hongos agaricoides hallados en las 10 subparcelas en los 4 muestreos para realizar los análisis. No se hallaron diferencias significativas entre las abundancias de los hongos hallados en los tratamientos; sin embargo, en las parcelas sometidas a uso forestal se observó un aumento en la riqueza y abundancia de los hongos saprofitos. Se discuten las implicancias de incluir el tipo de nutrición de los hongos agaricoides en los análisis ecológicos.

**Palabras clave:** Patagonia, agaricales, ecología.

## Ácaros oribátidos en bosques de lenga intervenidos forestalmente

Ruiz EV<sup>1</sup>, Silva VP<sup>2</sup>, Gallo AL<sup>2</sup>, Romano GM<sup>3</sup>, Greslebin AG<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CIEMEP, CONICET – Universidad Nacional de la Patagonia SJB

<sup>2</sup> CIEFAP

<sup>3</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** *ruizericavanesa@gmail.com*

### Resumen

La elevada diversidad de ácaros (grupo de microartrópodos dominante en la mesofauna) en suelos forestales se debe a que esta variable se relaciona positivamente con la complejidad de los microhábitats del suelo y de las capas de hojarasca de los bosques. El aprovechamiento forestal es una de las principales causas que pueden alterar la dinámica de los ciclos biológicos y físico-químicos que ocurren en un bosque, alterando la densidad de los microartrópodos. Es por esto que es relevante evaluar cuál es el efecto del uso forestal sobre la densidad de la mesofauna en los suelos de *Nothofagus pumilio* (lenga). Las áreas de estudio comprenden bosques de lenga ubicados en 3 sitios a lo largo de una franja norte-sur en el oeste del Chubut: Huemules (a 42°46' S y 71°29' O); Lago Guacho (43°49' S y 71°28' O) y Lago La Plata (44°50' S; 71°45' O). En cada sitio se seleccionaron dos parcelas de 50 m<sup>2</sup>, identificándose sitios intervenidos forestalmente mediante cortas de protección y sin intervención forestal. Se recolectaron 10 muestras de suelo de 10 cm<sup>3</sup>, y se colocaron en embudos Berlese-Tullgren, durante 7 días, colectándose la fauna en alcohol al 75 %. Los ácaros oribátidos fueron separados bajo lupa, mediante minucias enmangadas y fueron identificados a nivel de especie mediante la bibliografía pertinente. También se realizó la determinación del contenido de materia orgánica (%MO) de los suelos (método Davies por ignición). La abundancia de ácaros oribátidos no arrojó diferencias estadísticamente significativas para la variable "uso forestal" (F= 0,0026; p= 0,961). Por otro lado, se detectó una relación positiva entre las abundancias en los sitios con uso forestal y el %MO de los suelos. Además se registró un aumento del %MO total de norte a sur de la Provincia, siendo el sitio Huemules (al Norte) quien presentó el valor más bajo y Lago La Plata (al Sur) el que arrojó los máximos valores. La intervención del bosque produce alteraciones en la biomasa aérea, en el suelo y en los procesos entre el suelo y la vegetación, siempre y cuando la intensidad de la intervención genere gran impacto, como el producido por las talas razas.

**Palabras clave:** mesofauna, bosque, materia orgánica.

## Impactos de invasiones de coníferas exóticas en Patagonia sobre la diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae)

Sasal Y<sup>1</sup>, Paritsis J<sup>1</sup>, Dimarco RD<sup>2</sup>, Quintero C<sup>1</sup>, Barrios García MMN<sup>3</sup>, Martínez A<sup>2</sup>, Rodríguez Cabal MA<sup>4</sup>, Nuñez MA<sup>4</sup>

1 Laboratorio Ecotono – INIBIOMA – CONICET- Universidad Nacional del Comahue

2 Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos, EEA Bariloche, INTA - CONICET

3 CENAC-APN – CONICET - Universidad Nacional del Comahue

4 Grupo de Ecología de Invasiones – INIBIOMA – CONICET- Universidad Nac. del Comahue

**Autor de correspondencia:** *sasal.yamila@gmail.com*

### Resumen

Uno de los principales problemas que generan las plantaciones de coníferas exóticas es la invasión de renovales fuera de las plantaciones. Esta regeneración natural, por ahora restringida a zonas adyacentes a las plantaciones, podría dar comienzo a procesos de invasión regional. Analizamos los impactos de la invasión de *Pinus contorta* (pino murrayana), probablemente la especie forestal más invasora del hemisferio sur, y de la remoción de la invasión sobre la abundancia y diversidad de hormigas como grupo indicador. Las hormigas son insectos comunes, abundantes, cumplen variadas funciones en los ecosistemas, son fáciles de coleccionar e identificar, y muy sensibles a cambios ambientales. Comparamos 4 tipos de hábitats: zonas invadidas con diferentes densidades (agrupadas en baja, media y alta), zonas no invadidas de hábitat nativo, zonas donde la invasión fue removida y plantaciones de *Pinus contorta*. Realizamos los muestreos mediante trampas pitfall y comparamos la abundancia, riqueza y composición de especies de los ensambles de hormigas en cada tipo de hábitat. Encontramos que las plantaciones presentaron la menor riqueza de especies. La abundancia y la composición fueron similares entre las 4 zonas. Por otro lado comparamos zonas invadidas con distintas densidades y zonas con invasión removida. En las zonas con invasión removida y altas densidades de invasión la abundancia de hormigas fue elevada. No encontramos diferencias en la riqueza y en la composición del ensamble entre invadido y removido ni entre densidades distintas. A la fecha no se detectó un efecto negativo de las invasiones, pero los datos de las plantaciones sugieren que cuando los individuos de las invasiones alcancen tamaños comparables a las plantaciones, su efecto sería negativo sobre la riqueza de hormigas. Aunque las altas densidades fueron sub-muestreadas, densidades medias y bajas de pinos tendrían un bajo impacto ambiental. Estas son muy buenas noticias dado que indican un periodo relativamente largo (aprox. 10 años) post comienzo de la invasión, en el cual los impactos sobre el ensamble de hormigas no sería significativo.

**Palabras clave:** *Pinus contorta*, comunidades lindantes, trampas pitfall.

## Detritos en bosques de lenga en Patagonia, Argentina: cantidad y variedad en áreas con y sin uso forestal

Silva PV<sup>1,2,3</sup>, Monges JI<sup>1</sup>, Gallo AL<sup>1,2</sup>, Ruiz EV<sup>4,2,3</sup>, Greslebin AG<sup>5,2</sup>

1 Área de Protección Forestal, CIEFAP

2 CONICET

3 Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - Chubut

4 CIEMEP, CONICET

5 Facultad de Cs. Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** [vsilva@correociefap.org.ar](mailto:vsilva@correociefap.org.ar)

### Resumen

Los detritos leñosos son componentes básicos en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas forestales ya que proveen de refugio, alimento y hábitat a los organismos vivos. Las evaluaciones cuali- y cuantitativas de la madera muerta han sido utilizadas con el fin de conocer la dinámica de la madera en los bosques con intervenciones forestales. Los factores causales de la descomposición de la madera incluyen a la comunidad de descomponedores, clima, propiedades químicas y físicas. En 3 sitios (considerados como repeticiones) con bosques de *Nothofagus pumilio* en Chubut se evaluó el efecto del uso forestal sobre el número, el volumen y el estado de degradación (ED) de detritos gruesos y finos. Se seleccionaron áreas de bosque con uso forestal y sin intervenciones forestales (controles) en Huemules (42° 46' S, 71° 27' O), Lago Guacho (43° 49' S, 71° 28' O) y Lago La Plata (71° 20' S, 72° 04' O). Se establecieron parcelas de 50 X 50 m, y en ellas se midieron todos aquellos detritos gruesos (diámetro mayor  $\geq$  10 cm). Los detritos finos (diám. mayor entre 1 -9,99 cm) fueron cuantificados en 15 subparcelas de 0,8 m de radio. De cada detrito se midieron el largo y los diámetros mayor y menor y se designó el ED. Se calculó el volumen de cada muestra aplicando la fórmula del cono truncado. El número y volumen de los detritos gruesos fueron significativamente mayores ( $p < 0,05$  ANOVA) en las parcelas con uso forestal. También se registraron diferencias significativas en la distribución de los detritos por categorías de ED entre las parcelas con y sin uso forestal ( $\chi^2 = 34,27$ ;  $gl = 3$ ;  $p < 0,0001$ ). No se registraron diferencias significativas de detritos finos en las 3 variables evaluadas. Son importantes las evaluaciones de la cantidad total de madera muerta en un bosque, pero desde el punto de vista de su valor como fuente de biodiversidad presenta relevancia la caracterización del tamaño y de los ED de los detritos, ya que esta información permite una mejor comprensión de los requerimientos ecológicos de la comunidad fúngica degradadora que coloniza ese sustrato disponible.

**Palabras clave:** madera, degradación, *Nothofagus pumilio*.

## Uso forestal de la lenga en Patagonia, Argentina: ¿afecta la abundancia de los basidiomicetes lignícolas?

Silva PV<sup>1,2,3</sup>, Ruiz EV<sup>4,2,3</sup>, Gallo AL<sup>1,2</sup>, Romano GM<sup>5,1</sup>, Greslebin AG<sup>5,1</sup>

1 Área de Protección Forestal, CIEFAP

2 CONICET

3 Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - Chubut

4 CIEMEP, CONICET

5 Facultad de Cs. Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** [vsilva@correociefap.org.ar](mailto:vsilva@correociefap.org.ar)

### Resumen

Los basidiomicetes lignícolas son componentes esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas forestales por su rol en el reciclaje de nutrientes, en la formación del suelo, en la regeneración del bosque y en el mantenimiento de la biodiversidad del sistema. Por esto, las alteraciones que sufra esta comunidad fúngica degradadora de la madera, en su diversidad y dinámica, tendrán efectos directos sobre el ecosistema. La lenga (*Nothofagus pumilio*) es la especie forestal nativa de la Patagonia Andina con mayor aprovechamiento forestal. Los bosques productivos se concentran en Chubut y Tierra del Fuego. Estos han sido utilizados tradicionalmente sin mediar una planificación que otorgue un marco de sustentabilidad al aprovechamiento. Por esto es necesario evaluar los efectos del uso forestal tradicional de estos bosques. En 3 sitios (considerados como repeticiones) con bosques de lenga en Chubut, se evaluó la abundancia de basidiomas de hongos afiloforoides (Fam. Corticiaceae y Polyporaceae) en áreas con uso forestal y sin intervención forestal (control) en Huemules (42° 46' S, 71° 27' O), Lago Guacho (43° 49' S, 71° 28' O) y Lago La Plata (71° 20' S, 72° 04' O). Dos veces por año (otoño y primavera) y durante 2 años se relevó la presencia y abundancia de basidiomas de hongos afiloforoides en 10 subparcelas circulares de 4 m de radio distribuidas al azar. También se midió el volumen de detritos leñosos finos y gruesos, cobertura arbórea, temperatura y humedad ambiental. La abundancia total de basidiomas de hongos afiloforoides fue significativamente mayor en las áreas con uso forestal que en las sin uso ( $p < 0,05$  ANOVA). Se registraron diferencias significativas durante las estaciones de muestreo ( $p < 0,05$  ANOVA). En las áreas con uso forestal se encontraron mayores volúmenes de detritos leñosos y más heterogeneidad en cuanto a tamaños y estados de degradación. El uso forestal genera un mosaico de diferentes situaciones de cobertura, humedad y temperatura que son beneficiosas para la colonización, establecimiento y la fructificación de los basidiomicetes lignícolas.

**Palabras clave:** basidiomas, aphylophorales, ecología forestal.

## Condiciones ambientales de micrositio post-aprovechamiento que determinan el establecimiento de la regeneración natural de coihue, raulí y roble pellín

Sola G<sup>1,2</sup>, El Mujtar V<sup>3</sup>, Attis Beltrán H<sup>1,2</sup>, Chauchard L<sup>2</sup>, Gallo LA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CONICET

<sup>2</sup> Cátedra de Ordenación Forestal, AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

<sup>3</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

**Autor de correspondencia:** [solageor@yahoo.com.ar](mailto:solageor@yahoo.com.ar)

### Resumen

La disminución de la cobertura arbórea en bosques bajo manejo constituye una perturbación que altera las condiciones ambientales en los micrositios de regeneración. Considerando que los requerimientos de desarrollo varían entre las especies del bosque mixto de *Nothofagus dombeyi* (coihue), *Nothofagus nervosa* (raulí) y *Nothofagus obliqua* (roble pellín), el objetivo del presente trabajo fue estudiar cómo la heterogeneidad de las condiciones de micrositio post-aprovechamiento, determinan la dinámica de regeneración. En 2013, se realizó un muestreo de 80 subparcelas de 4 m<sup>2</sup> cada una, instaladas en 14 transectas ubicadas cada 20 metros, en un área intervenida mediante una corta diseminatoria en 1993. Se aplicaron análisis de correspondencia canónica, factorial de correspondencia múltiple y de la varianza multifactorial para evaluar la influencia de la cantidad de árboles padre sobre la abundancia de renovales y la influencia de las variables ambientales de micrositio (temperatura (TS) y humedad del suelo (HS), espesor de hojarasca (EH), dominancia del sotobosque (DS) y cobertura del dosel superior (COB)) sobre la dominancia (ponderación entre cantidad y tamaño) y el momento de establecimiento de los renovales. El reclutamiento de las tres especies fue menor y más tardío en micrositios con baja COB, alta TS, alto EH y DS. A pesar de que la disponibilidad de semillas no fue limitante la regeneración de *N. nervosa* fue escasa debido a las desfavorables condiciones de micrositio (i.e. COB < al 60 % y TS > a 17 °C); *N. dombeyi* registró un aumento en la proporción de renovales respecto al estrato adulto y *N. obliqua* se mantuvo constante. La intensidad del manejo debería asegurar la existencia de micrositios con COB > al 60 % y TS < a 15 °C adecuados para un establecimiento temprano de la regeneración, particularmente de *N. nervosa* que es la especie de mayor interés productivo. En el actual contexto de cambio climático global resulta indispensable entender las relaciones entre el ambiente y la regeneración para diseñar métodos silvícolas con fundamentación ecológica.

**Palabras clave:** *Nothofagus*, prácticas silviculturales, cobertura.

## Variación genética neutral y adaptativa en poblaciones de lenga en un gradiente hídrico

Soliani C<sup>1,2</sup>, Azpilicueta MM<sup>2</sup>, Mondino V<sup>3</sup>, Dalla Salda G<sup>2</sup>, Arana MV<sup>1,2</sup>, Marchelli P<sup>1,2</sup>

1 CONICET

2 EEA Bariloche, INTA

3 EEA Esquel, INTA

**Autor de correspondencia:** [soliani.carolina@inta.gob.ar](mailto:soliani.carolina@inta.gob.ar)

### Resumen

Los gradientes ambientales determinan una heterogeneidad espacial que da origen a diferentes presiones de selección de escala local. Los árboles distribuidos en gradientes pueden mostrar respuestas adaptativas diferenciales, y una evidencia de la acción de la selección natural la constituyen las clinas de variación genética. Nuestro objetivo es inferir procesos de adaptación local (poblacional), caracterizando regiones génicas que codifican para proteínas que participen en respuestas a estrés hídrico. Evaluamos poblaciones de *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser distribuidas en un gradiente pluviométrico oeste-este (Chubut, 43°S). Con microsatélites neutros (nuSSRs), discriminamos efectos demográficos por métodos bayesianos identificando dos grupos de poblaciones. Con microsatélites (EST-SSRs) y secuencias génicas (que representan genes candidatos= GC) de regiones ligadas a respuesta a estrés, estimamos la variación genética adaptativa. La diversidad genética aumenta de este a oeste para los nuSSRs y en forma opuesta para los EST-SSRs. El número promedio efectivo de alelos es de 4 en nuSSRs y 2 en EST-SSRs, en 6 y 3 poblaciones respectivamente. Aislamos 24 GC (más de 4,7 kb analizadas) y 9 resultaron polimórficos. Identificamos 31 SNPs (polimorfismos de nucleótido simple) en individuos de poblaciones contrastantes (húmedo-seco). Las diferencias encontradas entre marcadores neutros y adaptativos constituyen el primer indicio de variantes alélicas localmente adaptadas. Estamos evaluando el estado fisiológico de plantas provenientes del gradiente (ambiente común) bajo el supuesto de que las propiedades hidráulicas varían a lo largo del mismo. Mediante un dispositivo automatizado de inyección de aire, que mide la pérdida de conductividad hidráulica, se realizaron curvas de vulnerabilidad a la cavitación en 10 árboles (ramas), ajustando el protocolo de medición. Ensayamos dos columnas de agua (0,040 y 0,085 atm), y diferentes tiempos de presión sobre la muestra y de estabilización. Los resultados arrojaron un P50 (presión xilemática que resulta en el 50 % de pérdida de conductividad) de -4,4MPa.

**Palabras clave:** *Nothofagus pumilio*, diversidad genética, adaptación local.

## Efecto de impactos sufridos por bosques de ñire del noroeste de la Provincia de Chubut sobre la estructura de las comunidades de aves asociadas

Szulkin-Dolhatz D <sup>1</sup>, García Betoño MI <sup>2</sup>, Darrieu C <sup>3</sup>, Casaux R <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Ornitología, Fac. Cs. Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

<sup>2</sup> Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica. CONICET-UNPSJB

<sup>3</sup> División Zoología Vertebrados, Sección Ornitología, Museo de La Plata, UNLP

**Autor de correspondencia:** [danielszul@gmail.com](mailto:danielszul@gmail.com)

### Resumen

Entre los años 2008 y 2010 se analizó el efecto de los diferentes impactos sufridos por los ñirantales (bosques de *Nothofagus antarctica*) del noroeste de Chubut sobre la estructura de las comunidades de aves asociadas. El área de muestreo se encuentra dentro de la cuenca del río Futaleufú entre los meridianos 71°23' y 71°36' O y los paralelos 43°05' y 43°14' S, los rangos de altura de los sitios de muestreo fluctuaron entre 525 y 855 metros sobre el nivel del mar, la distancia entre los mismos fue inferior a los 17 km, y sus superficies variaron entre 7,3 y 16,8 hectáreas. Los impactos sobre los ñirantales considerados son: extracción de leña por parquización y por manchones, bosques incendiados hace 15 y 25 años, bosque convertido a pasturas, y como referencia se consideraron parcelas con bosque sin extracción de leña. Para el censado de aves se utilizaron las técnicas de "Puntos de Conteo" y "Líneas Transectas". La riqueza específica (13 – 29), abundancia de individuos (1,73 – 10,44 indiv./ha/estación), diversidad específica (0,55 – 2,05), y el índice de conservación (9,5 – 12,5) variaron según el tipo de ñirantal considerado. Entre las variables que mejor explican estas diferencias se encuentran la transitabilidad y estructura de los ñirantales, la disponibilidad de frutos y la abundancia, diversidad y equitatividad de invertebrados. Los resultados se discuten en relación a la identificación de estrategias de manejo del bosque ecológicamente sustentables.

**Palabras clave:** biodiversidad, manejo forestal, Patagonia.

## Plantaciones de pino ponderosa: influencia en el enriquecimiento de suelos en ambientes susceptibles a la degradación

Tarabini MM<sup>1</sup>, Gomez FA<sup>1</sup>, Buduba CG<sup>1,2</sup>, Rostagno CM<sup>3</sup>, La Manna LA<sup>1,3</sup>

1 Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

2 EEA Esquel, INTA

3 CONICET

**Autor de correspondencia:** *manuela.tarabini@yahoo.com.ar*

### Resumen

El sector subhúmedo de la Región Andino Patagónica sufre importantes procesos de degradación y pérdida de suelo. En este contexto, la actividad forestal, sustentada en la alta aptitud de los suelos, es impulsada en la región. En el año 2008, la erupción del Volcán Chaitén (Chile) generó una pluma de cenizas que afectó gran parte de la Patagonia. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las plantaciones como entrampadoras de partículas transportadas por el viento, utilizando la ceniza volcánica reciente como indicador. En cercanías de Esquel, Chubut, se seleccionaron 21 plantaciones de *Pinus ponderosa* (Dougl.exLaws). En 9 de los sitios seleccionados, se incluyeron pastizales aledaños a la plantación con similar topografía. El entrapamiento de partículas transportadas por el viento fue determinado mediante la medición del espesor de ceniza volcánica y de los materiales minerales y orgánicos depositados con posterioridad a la caída de ceniza. Se caracterizó la cobertura del suelo y, en las plantaciones, se registraron las variables dasométricas, cobertura arbórea, índice de entrenudos, proyección de copa y área basal. Los resultados evidenciaron un manto continuo de horizonte orgánico en las plantaciones ( $94 \pm 0,86\%$ ). El espesor medio de ceniza varió entre 0,3 y 9,2 mm, y el espesor del material mineral varió entre 0 y 5,4 mm. Las variables más correlacionadas con el entrapamiento fueron: el espesor del horizonte orgánico, el área basal, la densidad, la altura y la edad de la plantación. En los pastizales, la ceniza se asoció generalmente a micrositios resguardados por matas de vegetación o por mantillo vegetal. El espesor de ceniza y el horizonte mineral fueron significativamente mayores en las plantaciones que en los pastizales (ceniza: 3 vs. 0,3 mm; y suelo mineral: 1 vs. 0,5 mm). Estos resultados enfatizan la importancia de las plantaciones como entrampadoras de partículas, y por lo tanto, como amortiguadoras de procesos erosivos. Los resultados sugieren también que las plantaciones pueden influenciar los procesos de génesis y evolución de los suelos de la región.

**Palabras clave:** ceniza, erosión, pastizales.

## Floración, semillazón y potencial reproductivo en bosques de guindo en Tierra del Fuego

Toro Manríquez M<sup>1</sup>, Soler R<sup>1</sup>, Lencinas MV<sup>1</sup>, Promis A<sup>2</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC - CONICET.

<sup>2</sup> Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

**Autor de correspondencia:** [toro.manriquez.monica@gmail.com](mailto:toro.manriquez.monica@gmail.com)

### Resumen

Uno de los aspectos básicos del estudio de la dinámica de los bosques es conocer el éxito reproductivo (floración y semillazón) de las especies. Estos procesos esenciales son aún desconocidos en bosques de guindo (*Nothofagus betuloides*), en sus formaciones puras y mixtas con otras especies. La floración, cantidad y calidad de semillas pueden utilizarse como estimadoras del potencial reproductivo, que no sólo puede ser diferente en los tipos de bosques, sino que también puede variar en distintos paisajes (costa y montaña) e incluso entre los años. El objetivo de este estudio fue evaluar los patrones de floración, semillazón y potencial reproductivo (producción de flores, frutos inmaduros y semillas) en bosques de *N. betuloides* en ambientes de costa (Canal Beagle) y montaña (Cordillera de los Andes) en Tierra del Fuego. Se establecieron 10 trampas de captura de hojarasca en cada rodal (2 rodales x bosque puro de *N. betuloides*, 2 rodales x bosques mixtos con *N. pumilio*, total de 4 rodales x paisaje). Las semillas fueron colectadas y cuantificadas entre los meses de septiembre a mayo entre los años 2012 y 2015 (3 años), evaluando su calidad en viables o no viables mediante prueba de tetrazolium. Los datos fueron analizados con ANOVAs. El potencial reproductivo fue significativamente mayor en el año 2014 respecto al 2013 y 2015, a su vez por tipo de bosque que también fue significativamente mayor en bosques mixtos que en bosques puros. A nivel de paisaje, el potencial reproductivo fue significativamente mayor en montaña que en costa. La cantidad de semillas varió entre 0,10-0,42 mill/ha, siendo significativamente más alta su producción en el año 2014. En el paisaje también son apreciadas estas diferencias significativas (0,33 mill/ha en montaña y 0,25 mill/ha en costa). La viabilidad de las semillas se mostró baja, con valores que fluctúan entre 0,4-2,5 % de la semillas viables tanto en tipos de bosques, paisaje y años. Se concluye que los patrones de floración, semillazón y potencial reproductivo son variables entre años y dependen de su ubicación en el paisaje.

**Palabras clave:** éxito reproductivo, viabilidad, dinámica.

## Especies de plantas vasculares indicadoras características de bosques puros y mixtos de *Nothofagus* en paisajes de costa y montaña de Tierra del Fuego

Toro Manríquez M<sup>1</sup>, Soler R<sup>1</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>, Huertas Herrera A<sup>1</sup>, Mestre L, Promis A<sup>2</sup>, Lencinas MV<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC - CONICET

<sup>2</sup> Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

**Autor de correspondencia:** [toro.manriquez.monica@gmail.com](mailto:toro.manriquez.monica@gmail.com)

### Resumen

Los bosques subantárticos de Tierra del Fuego constituyen una de las zonas naturales más prístinas del mundo, lo que los hace un patrimonio natural particularmente único de la humanidad. Pese a ello, se desconocen elementos característicos de la composición de especies en paisajes de costa y montaña que aporten información para su apropiado manejo y conservación. El objetivo de este trabajo fue identificar especies de plantas indicadoras (características de un sitio o condición particular) de los bosques puros y mixtos de *Nothofagus pumilio* (lenga) y *N. betuloides* (guindo) a escala de rodal y de paisaje. Se realizaron inventarios florísticos en paisajes de costa y montaña, cada uno con rodales coetáneos maduros puros de *N. pumilio* (Np), *N. betuloides* (Nb) y mixtos (M). La abundancia de plantas vasculares se evaluó mediante el método de intersección puntual (cada 20 cm) sobre transectas lineares de 5 m cada una (10 transectas por tres tipos de bosque y dos paisajes= 60 réplicas). Se utilizó el Análisis de Especies Indicadoras (IndVal) a través del valor de abundancia de las especies por tipo de bosque y paisaje, considerándose como especies indicadoras a aquellas con IndVal > 50 y valores de  $p < 0,05$ . A escala de rodal, se obtuvieron seis especies indicadoras de Np, entre ellas las más importantes fueron: *Dysopsis glechomoides* (84,0;  $p < 0,001$ ), *Adenocaulon chilense* (72,4;  $p < 0,001$ ), *Codonorchis lessonii* (60,6;  $p < 0,001$ ) y *Viola magellanica* (59,1;  $p < 0,001$ ). A su vez, se presentó sólo una especie indicadora de Nb: *Rubus geoides* (54,1;  $p < 0,001$ ). No se encontraron especies indicadoras en bosques mixtos. A escala de paisaje, se encontró una especie indicadora en costa: *Maytenus disticha* (70,0;  $p < 0,001$ ), mientras que cuatro especies fueron indicadoras en montaña: *Gaultheria pumila* (70,1;  $p < 0,001$ ), *R. geoides* (67,6;  $p < 0,001$ ), *Macrachaenium gracile* (66,4;  $p < 0,001$ ) y *Senecio acanthifolius* (56,7;  $p < 0,001$ ). Se concluye que en los rodales estudiados el tipo de paisaje influye sobre la identidad de las especies indicadoras, y que además, son más numerosas en bosques de Np.

**Palabras clave:** sotobosque, lenga, guindo.

## Evaluación temporal del cambio en parámetros de estructura de dosel y transmisión de radiación solar al interior de distintos bosques de *Nothofagus*

Toro Manríquez M<sup>1</sup>, Soler R<sup>1</sup>, Promis A<sup>2</sup>, Lencinas MV<sup>1</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC - CONICET

<sup>2</sup> Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

**Autor de correspondencia:** *toro.manriquez.monica@gmail.com*

### Resumen

La comprensión de los parámetros de estructura de dosel y la transmisión de la radiación solar influyen directamente sobre el microclima al interior del bosque, así como también en procesos fotosintéticos y del ciclo de regeneración. Sin embargo, estos parámetros pueden ser muy contrastantes entre especies arbóreas con distinta fenología foliar tanto en especies deciduas como siempreverdes, en bosques puros y mixtos. El objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros de estructura de dosel en bosques puros de la especie decidua *Nothofagus pumilio* (Np), de la especie siempreverde *N. betuloides* (Nb), y bosques mixtos de ambas especies (M) en Tierra del Fuego. Se seleccionaron 12 rodales, cuatro por cada tipo de bosque y en cada uno se tomaron cinco fotografías hemisféricas hacia las copas de los árboles, todos los meses a lo largo de un año. Se obtuvo el porcentaje de cobertura de copas (%CC), el índice efectivo de área foliar (LAI), cobertura de hojas (%COB) y el porcentaje de radiación solar transmitida (%RG). Análisis estadísticos consideraron ANOVAs. El %CC presentó diferencias temporales significativas en los tres tipos de bosque, alcanzando su máxima cobertura en febrero (sobre el 90 % de CC) y mínima en septiembre (77 % de CC). En el bosque de Nb también hay disminución de %CC a lo largo del año, con tasa de pérdida menor a la de M y Np. LAI alcanzó su máximo valor en febrero en los tres bosques, con estimaciones entre 2,5 y 2,9 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, siendo estadísticamente mayor en bosque de Nb. El %RG se presentó sin diferencias significativas en Np (17,7 %) y Nb (17,6 %), y fue significativamente más baja en M (16,3 %). Se concluye que la estructura de dosel y transmisión de radiación solar varían temporalmente a lo largo del año según los tipos de bosques evaluados, lo que se encuentra influenciado por los rasgos fenológicos de las especies arbóreas que componen cada bosque.

**Palabras clave:** fenología foliar, cobertura de dosel, radiación solar global.

## Variación interanual de la regeneración en bosques puros y mixtos de *Nothofagus* en ambientes naturales de costa y montaña de Tierra del Fuego

Toro Manríquez M<sup>1</sup>, Lencinas MV<sup>1</sup>, Soler R<sup>1</sup>, Huertas Herrera A<sup>1</sup>, Cellini JM<sup>2</sup>, Promis A<sup>3</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>

1 Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC - CONICET

2 LISEA, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata

3 Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

**Autor de correspondencia:** [toro.manriquez.monica@gmail.com](mailto:toro.manriquez.monica@gmail.com)

### Resumen

La regeneración natural de las especies leñosas es un proceso esencial que determina la continuidad de los bosques, donde factores internos y externos existentes a escala de rodal, tanto biótico como abiótico, condicionan la capacidad regenerativa de las plantas. Sin embargo, se desconoce si en ambientes de costa y montaña se generan diferencias en la instalación y supervivencia de la regeneración. El objetivo fue evaluar la variación interanual de la dinámica natural de la regeneración en bosques coetáneos puros de lenga (*N. pumilio*-Np), guindo (*N. betuloides*-Nb) y mixtos (M) de estas dos especies en Tierra del Fuego. Se establecieron 60 parcelas permanentes de 0,2 x 5 m (20 x tipo de bosque, 10 en ambientes de costa-CO y 10 en montaña-MO) y se cuantificaron las plantas que se instalaron cada año y la supervivencia anual desde el 2014 al 2016. Los datos fueron analizados con ANOVAs de medidas repetidas en el tiempo (años) considerando como factores: (1) tipo de bosque (Np, Nb y M) y (2) el ambiente (CO y MO). Los resultados mostraron diferencias en la instalación y supervivencia de plántulas con interacciones significativas entre todos los factores ( $p < 0,05$ ). La mayor instalación en MO se presentó en Np y M en 2015 (1,63 y 0,99 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>, respectivamente), mientras que en CO la mayor instalación ocurrió en 2016 para Np (0,62 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>). En el año de menor instalación de plántulas (2014), se destacó Nb tanto en CO (0,11 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>) como en MO (0,09 mill. ha<sup>-1</sup> de plantas). En cuanto a la supervivencia, por un lado Np superó significativamente a los demás tipos de bosque, alcanzando los valores más altos en MO en 2015 (1,71 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>) y 2016 (1,14 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>). En CO, Nb presentó valores más altos en 2015 (0,12 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>) y 2016 (0,13 mill. de plántulas ha<sup>-1</sup>). Se concluye que la instalación y supervivencia de la regeneración son variables entre años, existiendo también una influencia del ambiente y del tipo de bosque, principalmente para la instalación y supervivencia de las plantas de Np y M en MO.

**Palabras clave:** tipo de bosque, instalación, supervivencia.

## Adaptación y plasticidad fenotípica en lenga en el contexto del cambio climático: un proyecto en ciernes

Torres AD<sup>1,3</sup>, Aparicio AG<sup>1</sup>, Azpilicueta MM<sup>1</sup>, Mondino VA<sup>2</sup>, Schinelli Casares T<sup>2</sup>, Martínez Pastur G<sup>3,4</sup>, Muñoz O<sup>5</sup>, Aubone M<sup>6</sup>, Pastorino MJ<sup>1,3</sup>

1 Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

2 EEA Esquel, INTA

3 CONICET

4 CADIC

5 Dirección General de Recursos Forestales, Provincia de Neuquén

6 Dirección Provincial de Áreas Naturales Protegidas, Provincia de Neuquén

**Autor de correspondencia:** [torres.ana@inta.gob.ar](mailto:torres.ana@inta.gob.ar)

### Resumen

Damos a conocer un proyecto comenzado este año en el que estudiaremos procesos de adaptación y aclimatación en lenga (*Nothofagus pumilio*). El cambio climático global (CC) está ocurriendo a una velocidad que pone en riesgo la persistencia de los ecosistemas forestales, caracterizados por lentos recambios generacionales. Las poblaciones de árboles podrían responder al CC extinguiéndose localmente o persistiendo a través de 3 alternativas: i) aclimatación mediante plasticidad fenotípica, ii) adaptación micro-evolutiva, o iii) migración hacia los nuevos sitios con el óptimo ambiental. Conocer las capacidades de los árboles para persistir por medio de estas estrategias, puede resultar clave para delinear planes de conservación, mitigación o manejo, y para pronosticar futuros rangos de distribución geográfica. La lenga es una de las especies forestales nativas más importante de nuestro país y a la vez un objeto de estudio ideal para poner a prueba hipótesis de adaptación y aclimatación, en particular en relación a gradientes latitudinales y altitudinales. En 2015 cosechamos semillas de 12 poblaciones naturales, desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego, guardando en 3 de ellas la identificación del árbol madre (51 familias de polinización abierta). Produjimos plantas en los viveros del INTA en Trevelin y Bariloche. En 2016 instalamos ensayos a alta densidad (~30 cm entre plantas) para evaluación temprana: 1) un ensayo de progenies (51 familias de polinización abierta, 1428 plantas en total) con 3 réplicas a distintas altitudes (Cerro Otto, 1200 m snm; EEA Bariloche, 800 m snm; INTA El Bolsón, 400 m snm), representando el ambiente térmico actual de la lenga y dos escenarios de CC de diferente severidad; 2) un ensayo de 4 orígenes (540 plantas en total), en los mismos 3 sitios, con tres tratamientos de luz sobre el que realizaremos mediciones destructivas luego del primer año; y 3) un ensayo con los 12 orígenes (1152 plantas en total), en INTA Trevelin, exclusivamente para evaluar fenología en el segundo año. En los ensayos 1 y 2 analizaremos la variación en caracteres tempranos arquitecturales, alométricos, fenológicos, fisiológicos y de crecimiento, todos de alto valor adaptativo potencial.

**Palabras clave:** *Nothofagus pumilio*, ensayos de ambiente común, aclimatación.

## Influencia de la competencia sobre el crecimiento individual de especies de bosque mixto y matorral en el N.O. de la Patagonia argentina

Santiago Varela <sup>1\*</sup>, Juan Pablo Diez <sup>1</sup>, Verónica Rusch <sup>1</sup>, Horacio Ivancich

<sup>1</sup> Grupo de Ecología Forestal, EEA Bariloche, INTA

\*Autor de correspondencia: [varela.santiago@inta.gob.ar](mailto:varela.santiago@inta.gob.ar)

### Resumen

La competencia puede llevar hacia una reducción en la supervivencia, crecimiento o reproducción del individuo arbóreo afectado. Entender la relación competencia–densidad en un determinado rodal contribuye a un mejor conocimiento sobre el crecimiento de las masas forestales. Los índices de competencia son ampliamente usados para predecir el crecimiento y la mayoría de ellos se aplica para árboles monocaules, pero la complejidad aumenta cuando se consideran multicaules. Varias especies de los bosques mixtos bajos co-dominados por ñire (*Nothofagus antarctica*), maitén (*Maytenus boaria*), laura (*Schinus patagonicus*), retamo (*Diostea juncea*) o radal (*Lomatia hirsuta*) desarrollan varios fustes dado su carácter de especies rebrotantes y/o altamente ligadas a disturbios. Los objetivos de este estudio fueron los de: a) estimar el efecto de la competencia sobre el crecimiento en diámetro en radal, retamo, maitén y laura, b) identificar el mejor ajuste de índice de competencia para una determinada especie c) proponer una metodología para el cálculo de índices de competencia con interacción de individuos multicaules. Se instalaron 10 parcelas de ancho variable por cada una de las 4 especies en donde se registraron diámetros, alturas y distancias del árbol central (del cual se obtuvo una rodaja al dap para estimar su crecimiento) y los competidores. Se seleccionaron 10 índices de competencia que tomaban en cuenta alguna o algunas de las variables medidas para efectuar su cálculo. Para el radal se observó que el mejor ajuste entre el incremento radial promedio y el mejor índice de competencia fue potencial en contraposición a las otras especies que ajustaron mejor a modelos lineales. Para individuos multicaules se propone una metodología para la estimación entre estos y árboles centrales basada en el cálculo del dap promedio por 3 formas diferentes. La información generada serviría para apoyar la prescripción de regímenes silvícolas que permitan manejar los bosques naturales de una manera más efectiva.

**Palabras clave:** radal, retamo, maitén, laura, ñire, manejo sustentable.

### Introducción

El crecimiento de un árbol en un área particular depende de las características intrínsecas de la especie, la edad, la disponibilidad de recursos y las condiciones de los reguladores y el nivel de ocupación del sitio forestal que determinan la competencia (Kunstler et al., 2015). Esta última puede definirse como la interacción entre dos o más organismos que comparten un mismo recurso, de manera que cada uno actúa como un factor limitante para el otro (Keddy, 1989). La competencia puede reducir la supervivencia, el crecimiento o la reproducción del individuo, y es una de las fuerzas fundamentales en la evolución y el funcionamiento de los ecosistemas (Odum, 1969). La comprensión de la relación competencia-densidad-tamaño individual contribuye a conocer el crecimiento del bosque para apoyar la prescripción de un manejo silvícola más adecuado. Los índices de competencia (IC) son una medida del efecto que producen los árboles vecinos sobre el crecimiento de un individuo en un rodal (Vanclay, 1991). En los modelos dependientes de la distancia cada árbol individual es mapeado para determinar la distancia y el tamaño de los árboles adyacentes. Si bien está ampliamente consensuada la utilización de distintos índices en árboles monocaules la complejidad aumenta cuando se consideran árboles multicaules. Varias especies de los bosques mixtos bajos co-dominados por ñire (*Nothofagus antarctica*), maitén (*Maytenus boaria*),

laura (*Schinus patagonicus*), retamo (*Diostea juncea*) o radial (*Lomatia hirsuta*) desarrollan varios fustes dado su carácter de especies rebrotantes y/o altamente ligadas a disturbios (ej. fuego) (Rusch et al., enviado). Estos son sistemas complejos cuyo manejo no siempre optimiza su potencial y poseen abundante extracción leñera dado su proximidad a centros urbanos. Los procesos que controlan la competencia entre individuos no se conocen todavía bien, lo que dificulta el desarrollo de índices con base biológica y generan un ineficaz manejo de estos sistemas. Los objetivos de este estudio fueron: a) estimar el crecimiento radial de laura, retamo, maitén y radial, b) estimar el efecto de la competencia sobre el crecimiento en las 4 especies mencionadas de los bosques mixtos bajos, c) identificar el mejor índice de competencia por especie y d) desarrollar una metodología para el cálculo de índices de competencia para individuos multicaule de fácil aplicación.

### Materiales y Métodos

Se muestrearon individuos de cada una de las especies creciendo en parcelas con diferentes niveles de intervención (desde coberturas máximas a ambientes sujetos a extracción). Para definir la competencia actual se empleó el método de los 4 vecinos más cercanos (diámetros y distancias). Los árboles centrales se apearon y se extrajeron rodajas a distintas alturas (en función de objetivos complementarios al del presente estudio), incluyéndose la de la altura del pecho (permitiendo contar con el dap) para la estimación de la cantidad y tamaño de los anillos de crecimiento. Para cada una de estas parcelas (árbol central + árboles competidores) se registró: latitud, longitud y altitud (GPS), exposición (brújula), pendiente (clinómetro). De cada uno de los individuos se registró dap (cinta dendrométrica), distancias entre individuos, longitud total del árbol una vez apeado (mediante cinta métrica), altura total del árbol en pie, altura inicio de copa viva (ambas mediante vértex o clinómetro y cinta métrica). Luego, se seleccionaron 10 IC que tomaban en cuenta alguna o algunas de las variables medidas para efectuar su cálculo. Algunos utilizan el diámetro del árbol central y sus competidores, otros la altura medida, además de ambos utilizar la distancia entre plantas. Algunos índices utilizan combinaciones de las variables anteriores. Una vez realizada la lectura de anillos se utilizó el incremento periódico anual de los últimos 5 años (IPA) para establecerse la relación entre éste y distintos índices de competencia distancia dependientes (Tabla 1). El conjunto de datos para cada especie se ajustó a modelos lineales, exponenciales y potenciales. Se utilizó también el logaritmo natural de los incrementos radiales para establecer la relación entre estos y los índices de competencia. Particularmente en aquellos casos donde se registró competencia entre el individuo central y algún individuo multicaule, se utilizó uno de tres diámetros para el cálculo del índice de estos últimos, a saber:

a) dap integrado por superficie: en función del dap de cada fuste se realizó el cálculo de área basimétrica (AB) correspondiente; posteriormente se realizó la sumatoria de todas las AB y se obtuvo un dap equivalente a esa superficie.

b) dap integrado por perímetro: en función del dap de cada fuste se realizó el cálculo del perímetro correspondiente; posteriormente se realizó la sumatoria de todos los perímetros y se obtuvo un dap equivalente a ese perímetro.

c) dap integrado por fuste: corresponde al promedio de todos los dap de cada uno de los fustes del individuo multicaule.

Para el ajuste del conjunto de datos a los distintos modelos se utilizó el procedimiento de regresión lineal y no lineal mediante el uso del software Prism 5, Versión 5 (GraphPad Software).

## Resultados

Exceptuando el radial (modelo potencial, Tabla 2), en las restantes especies el mejor ajuste de la relación IPA con el índice de competencia se dio mediante modelos lineales al utilizarse el logaritmo natural del IPA (Tabla 2). En relación al cálculo de la competencia entre individuos multicaules y árboles centrales no existió una tenencia clara o preferencia por modelos ajustados a partir del cálculo de la competencia por uno u otro de los tres tipos de dap.

**Tabla 1.** Índices de competencia distancia dependientes utilizados en el presente estudio.

Índice	Ecuación
Heygyi (1974)	$\sum_{i \neq j} d_j / (d_i \cdot \text{dist}_{ij})$
Braathe (1980)	$\sum_{i \neq j} h_i / (h_j \cdot \text{dist}_{ij})$
Rouvinen & Kuuluvainen (R&K1; 1997)	$\sum_{i \neq j} \arctan(d_j / \text{dist}_{ij})$
Rouvinen & Kuuluvainen (R&K2; 1997)	$\sum_{i \neq j} (d_j / d_i) \arctan(d_j / \text{dist}_{ij})$
Rouvinen & Kuuluvainen (R&K3; 1997)	$\sum_{i \neq j} \arctan(h_j / \text{dist}_{ij})$
Rouvinen & Kuuluvainen (R&K4; 1997)	$\sum_{i \neq j} (h_j / h_i) \arctan(h_j / \text{dist}_{ij})$
Tomé & Burkhardt (1989)	$\sum d_p / (d_i \text{dist}_{pi}) - \sum d_q / (d_i \text{dist}_{qi})$
Alemdag (1978)	$\sum_{i \neq j} \{ \omega [( \text{dist}_{ij} \cdot d_i ) / (d_i + d_j)]^2 (d_j / \text{dist}_{ij}) / \sum (d_j / \text{dist}_{ij}) \}$
Martin & Ek (1984)	$\sum_{i \neq j} (d_j / d_i) \cdot \exp(-16 \cdot \text{dist}_{ij} / (d_i + d_j))$
Daniels et al. (1986)	$(d_i^2 \cdot n) / \sum_{i \neq j} d_j^2$

**Referencias:**  $d_i$  = diámetro a la altura del pecho del árbol central;  $d_j$  = diámetro a la altura del pecho del árbol competidor;  $d_p$  = diámetro a la altura del pecho de árbol competidor con  $\text{dap} > a$ ;  $d_q$  = diámetro a la altura del pecho de árbol competidor con  $\text{dap} > a$ ;  $h_i$  = altura total del individuo central;  $h_j$  = altura total del individuo competidor;  $\text{dist}_{ij}$  = distancia entre individuo central y competidor;  $\text{dist}_{pi}$  = distancia entre individuo central y competidor con  $\text{dap} > d_i$ ;  $\text{dist}_{qi}$  = distancia entre individuo central y competidor con  $\text{dap} > d_i$ .

**Tabla 2.** Modelos de incremento periódico anual de los últimos 5 años (IPA, mm/año) o su logaritmo natural (ln) en función del índice de competencia (ver tabla 1) para las cuatro especies estudiadas y la bondad de ajuste de los mismos.

Especie	Modelo	Bondad de ajuste
<i>Schinus patagonicus</i>	$\ln \text{IPA} = -0,02287 * \text{Martin\& Ek} + 0,5864$	0,5038
<i>Lomatia hirsuta</i>	$\text{IPA} = 0,01211 * \text{R\&K1}_{(\text{perímetro})}^{(2,907)}$	0,4562
<i>Diostea juncea</i>	$\ln \text{IPA} = -0,02460 * \text{Alemdag}_{(\text{fuste})} + 0,6570$	0,396
<i>Maytenus boaria</i>	$\ln \text{IPA} = -0,1227 * \text{R\&K4} + 1,3570$	0,7246

**Referencias:**  $_{(\text{perímetro})}$  = índice calculado en función de la utilización de dap integrado por perímetro, (ver detalle en el texto);  $_{(\text{fuste})}$  = índice calculado en función de la utilización de dap integrado por fuste, (ver detalle en el texto);

## Discusión y Conclusiones

En todos los casos, exceptuando el radial, la relación entre el IPA y el IC mostró un patrón claro de reducción de crecimiento con el incremento de la competencia, evidenciándose un mayor efecto de esta sobre los incrementos de maitén (pendiente más negativa). Por otro lado también se registró que para los niveles de competencia evaluados en radial parecería no existir un efecto directo sobre las tasas de crecimiento (evidenciado en un mayor crecimiento a mayor competencia). El ajuste de modelos de competencia para cada especie permiten preliminarmente calcular un efecto de la misma sobre su crecimiento basados en mediciones sencillas, que pueden ser usados como una herramienta de diagnóstico para ejercer un manejo sustentable. Pese a ello, debe profundizarse aún más la investigación en las interacciones entre los distintos individuos para entender su dinámica de crecimiento contemplando aspectos tales como la competencia con individuos multicaule.

## Referencias

- Alemdag IS. 1978. Evaluation of some competition indexes for the prediction of diameter increment in planted white spruce. Forest Management. Inst. Rep. FMRx- 108. 39 p.
- Braathe P. 1980. Height increment of young single trees in relation to height and distance of neighboring trees. In: Schmidt-Haas and Johann: 43–47.
- Daniels RF, Burkhart HE, Clason TR. 1986. A comparison of competition measures predicting growth of loblolly pine trees. Canadian Journal of Forest Research 16: 1230-1237.
- Hegyí F. 1974. A simulation model for managing jackpine stands. p. 74-90. In: Growth models for tree and stands simulation, Fries, J. (ed.), Royal Coll. Of For., Stockholm, Sweden.
- Keddy PA. 1989. Effects of competition from shrubs on herbaceous wetland plants: a four year field experiment. Canadian Journal of Botany 67: 708-716.
- Kunstler G, Falster D, Coomes DA, Hui F, Peñuelas J, et al. 2016. Plant functional traits have globally consistent effects on competition. Nature 529: 204–207.
- Martin GL, EK AR. 1984. A comparison of competition measures and growth models for predicting plantation red pine diameter and height growth. Forest Science 30(3): 731-743.
- Odum EP. 1969. The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270.
- Rouvinen S, Kuuluvainen T. 1997. Structure and asymmetry of tree crowns in relation to local competition in a natural mature Scot pine forest. Canadian Journal of Forest Research 27: 890–902.
- Rusch VE, López DR, Cavallero L, Rusch GM, Garibaldi LA, Grosfeld JE, Peri PL. Enviado. Modelo de estados y transiciones de los ñirantales del NO de la Patagonia como herramienta para el uso silvopastoril sustentable. Informe técnico. Inédito.
- Tomé M, Burkhart H. 1989. Distance-dependent competition measures for predicting growth of individual trees. Forest Science 35(3): 816-831.
- Vanclay J K. 1991. Review of competition indices: what have we learned, where should we use them and what additional research are required? Royal Veterinary and Agricultural University Thorvaldsensvej 57, DK–1871 Frederiksberg, Denmark. 19 p.

## Diversidad de aves en relictos y bosques continuos de ñire en Santa Cruz, Argentina

Vettese ES<sup>1</sup>, Peri PL<sup>2</sup>, Orellana I<sup>1,3</sup>

1 Fac. Cs. Nat., Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Comodoro Rivadavia

2 Universidad Nacional Patagonia Austral – INTA - CONICET

3 Fac. Cs. Nat., Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** raicesquilmes@hotmail.com

### Resumen

Se define como relictos de bosques nativos (R) a ecosistemas forestales que han quedado aislados de los bosques continuos de su entorno (A) por al menos 10 veces la distancia de dispersión natural de sus semillas, y con superficie inferior a 50 ha. El presente trabajo analizó comparativamente la comunidad de aves en relictos de *Nothofagus antarctica* (ñire) con respecto a los bosques de *N. antarctica* continuos más cercanos. Durante los veranos 2012 y 2015 se visitaron 4 sitios en Santa Cruz: Río Guanaco, Estancia Cancha Carrera, Reserva Provincial Punta Gruesa y Estancia Rincón de los Morros. En cada sitio se identificaron 2 situaciones, A y R respectivamente. En cada una de éstas se establecieron 4 estaciones de observación de radio infinito, que fueron relevadas 8 veces durante 10 minutos. Se obtuvo riqueza, abundancia y diversidad alfa (índice de diversidad Shannon, H). Se analizó cualitativamente la composición y se comparó mediante análisis de varianza de un factor, donde el factor fue sitio con dos niveles (A y R). La riqueza fue 18 y 22 especies en A y R, respectivamente. La abundancia fue 550 y 668 individuos en A y R, respectivamente. La diversidad alfa fue: HA = 2,16 y HR = 2,51. Se registraron 17 especies comunes a ambos ambientes; 1 especie exclusiva de A (*Phytotoma rara*) y 5 especies exclusivas de R (*Bubo magellanicus*, *Buteo polyosoma*, *Haematopus leucopus*, *Milvago chimango* y *Sturnella loyca*). Las especies más frecuentes, con mayor abundancia y a su vez presentes en todos los sitios fueron: *Aphrastura spinicauda*, *Elaenia albiceps*, *Tachycineta leucopyga*, *Turdus falcklandii* y *Zonotrichia capensis*. Las especies poco observadas fueron: *Anairetes parulus*, *Buteo polyosoma* y *Milvago chimango* (un ejemplar cada una) y *Bubo magellanicus* y *Phytotoma rara* (dos ejemplares cada una). Si bien los valores analizados fueron mayores en las comunidades de aves de los relictos evaluados, los ANOVAs indicaron que las diferencias no son estadísticamente significativas. Ésta mayor diversidad aparente en los relictos podría ser explicada por un efecto borde y la fuerte influencia de la estepa.

**Palabras clave:** comunidad de aves, ecotono, fragmentación.

## Comparación ecológica de bosques relictos de ñire con bosques continuos a similares latitudes en Santa Cruz, Argentina

Vettese ES<sup>1</sup>, Peri PL<sup>2</sup>, Orellana I<sup>1,3</sup>

1 Fac. Cs. Nat., Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Comodoro Rivadavia

2 Universidad Nacional Patagonia Austral – INTA - CONICET

3 Fac. Cs. Nat., Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

**Autor de correspondencia:** raicesquilmes@hotmail.com

### Resumen

El término relicto forestal se utiliza para denominar áreas vestigiales de una superficie boscosa mayor, o establecidas cerca del límite de tolerancia climática de la especie. Se asume que los relictos constituyen poblaciones genéticamente particulares y que por presentar una alta relación perímetro/superficie, son más sensibles a disturbios que los bosques continuos a similares latitudes. Se trata de ambientes frágiles y singulares, que constituyen refugios para otras especies y aumentan la diversidad de hábitats a escala de paisaje. Sin embargo, en el sistema de áreas protegidas de Patagonia tienen baja representación y suelen estar sometidos a múltiples factores de degradación. En Santa Cruz, se identificaron 19 relictos de *Nothofagus antarctica* (ñire) ubicados en el límite Este de su distribución (ecotono bosque-estepa). Este trabajo pretende aportar al conocimiento de éstos, para la promoción de sus valores de conservación. Se visitaron y relevaron 5 sitios con pares de ambiente relicto-bosque continuo de ñire: (1) Lago Belgrano, (2) Río Guanaco, (3) Estancia Cancha Carrera, (4) Reserva Provincial Punta Gruesa y (5) Estancia Rincón de los Morros. Se describió: estructura forestal (DAP, calidad de sitio, clase y estado sanitario de copas, regeneración); diversidad de plantas vasculares y aves; evidencias de degradación ambiental (ganadería, ramoneo, incendios, aprovechamiento); entre otros. De manera general se observó que los relictos de los sitios 2 y 4 (asociados con áreas de difícil acceso y/o protegidas), presentaron estructuras forestales menos afectadas por el uso intensivo y mayores valores de diversidad con respecto a los bosques continuos a similares latitudes; mientras que los relictos en los sitios 3 y 5 (con sobrepastoreo) o sitio 1 (con aprovechamiento forestal intensivo), presentan estructuras forestales deterioradas y menores valores de diversidad con respecto a sus bosques continuos. Se puede comentar que los usos históricos de la tierra en Santa Cruz, son factores que contribuyen al deterioro de las cualidades particulares de los relictos de ñire, como es el caso de su mayor diversidad biológica con respecto a los bosques continuos.

**Palabras clave:** disturbios antrópicos, ecotono, biodiversidad.



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

## INDICE

### *V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur*

#### COMISIÓN 2. BOSQUE, SOCIEDAD Y DESARROLLO

El bosque como un fenómeno biocultural diverso: hacia una integración de enfoques en la construcción de formas de relación futuras	
<i>Capparelli A</i> .....	107
La creciente preocupación ambiental, ¿agrega valor al bosque?	
<i>Gowda JH</i> .....	114
El valor cultural y ecológico de las plantas combustibles en dos comunidades rurales de la estepa de Chubut	
<i>Morales D, Molares S, Ladio A</i> .....	120
Sitio Piloto Bosque Andino Patagónico: un estudio de caso del Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación	
<i>Raffaele E, Moreyra AE, Finster G, Franzese J, Grosfeld J, Caracotche S, Arosteguy C, von Mueller A, Postler V, Oddi F</i> .....	125
Los modelos de desarrollo forestal para el sector de la agricultura familiar en norpatagonia	
<i>Stecher G, Valtriani A</i> .....	130
El modelo productivo forestal sobre las Comunidades de Pueblos Originarios: producción, cultura y tradición	
<i>Zalazar G, Trípodí N, Stecher G, Fernandez JC</i> .....	135
Aprendizaje al aire libre: el bosque, sus funciones y el uso sostenible	
<i>Amico I, Antiman C, Codesal P</i> .....	142
Forestaciones de reparo para productores de la agricultura familiar en las comunidades de Lago Rosario y Sierra Colorada	
<i>Amico I, Coussirat B, Matthiess W, Recalde J</i> .....	143
Análisis del plan de manejo de la Reserva Natural Urbana Laguna la Zeta bajo la visión de la gestión integrada de los recursos hídricos	
<i>Araque AK, López SM, Paris M</i> .....	149
“Reserva Forestal Loma del Medio - Río Azul” El desafío de elaborar un plan de manejo de uso múltiple en el marco de la ley de bosques	
<i>Basil JG, Rusch V, Antocci V, Cobelo C, Letourneau F, Ayesa J, Umaña F, Sarasola M, Ancalao M, Claps L, de Agostini N, Cuevas J</i> .....	150
La opinión de ciudadanos de Esquel y de otras comunidades de la provincia de Chubut sobre el rol social y económico de los bosques	
<i>Carabelli FA</i> .....	151
La huella ecológica aplicada al análisis de la relación hombre-naturaleza en comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia	
<i>Carabelli FA, Forti LL, Baroli CA</i> .....	152
Bases para mejorar acciones de gestión de recursos forestales en un predio del noroeste cordillerano de Chubut con producción diversificada	
<i>Carabelli FA, Figueroa M, Giordana G, Monges J, Oliva E, Olivo Mainetti V, Schiappacassi M, Vallejos N</i> ....	157
Diseño de un plan de conservación para el Bosque de Pehuén de Primeros Pinos, Provincia de Neuquén	
<i>Carrizo C, Martinez AHM</i> .....	162
Planificación de manejo forestal multifuncional de los bosques comunales del norte de la Provincia de Neuquén	
<i>Castañeda MS, Muñoz O, Loguercio G, Monte CB, Mateo P, Stecher G, Fariña M</i> .....	163
Evaluación del riesgo de caída de árboles en áreas recreativas de la Patagonia	

<i>Chauchard L</i> .....	164
Parcelas agroforestales en el Norte de la Provincia de Neuquén	
<i>Godoy MM, Muñoz OA, Defossé GE</i> .....	165
Ensayos de asistencia a la regeneración natural en un bosque bajo manejo, propiedad de una comunidad indígena	
<i>González Peñalba M, Lara AM, Clerici C, Fernández M, Lozano L, Pastorino MJ, Azpilicueta MM, Martínez AHM</i> .....	166
Diferentes escenarios para la gestión y conservación de los bosques de ñire de Tierra del Fuego: un enfoque de los modelos de estados y transiciones	
<i>Huertas Herrera A, Toro Manríquez M, Soler R, Lencinas MV, Peri PL, Benitez J, Rosas YM, Martínez Pastur G</i> .....	167
Dinámica espacio-temporal de la productividad primaria neta de la cubierta forestal de la Patagonia argentina	
<i>Huertas Herrera A, Peri PL, Martínez Pastur G</i> .....	168
Actualización de la clasificación de tipos forestales y cobertura del suelo de la región Bosque Andino Patagónico	
<i>Mohr Bell DA, Díaz GM, Lencinas JD</i> .....	169
<i>Chusquea quila</i> y <i>Chusquea culeou</i> (Bambusoideae): etnobotánica de dos especies multipropósito	
<i>Molares S, Rovere A</i> .....	174
Reforestación con lengas en el Cerro Otto de Bariloche: una experiencia comunitaria de restauración ecosistémica	
<i>Pastorino MJ, Sebastián B, Barbero FA</i> .....	175
Plan de gestión para la Reserva Provincial Río Engaño: propuesta técnico-institucional	
<i>Postler VB, Farías C, Novella MM</i> .....	176
Análisis económico de las labores forestales en Patagonia Andina	
<i>Salvador GM, Claps LL, Melzner G, Varela S</i> .....	177
Impacto socioeconómico de la cadena forestal en la zona andina de Patagonia Norte	
<i>Salvador GM, Claps LL, Melzner G (ex aequo)</i> .....	178
Plantas ornamentales comercializadas en una ciudad colindante al PN Los Alerces: atributos de selección e implicancias para la conservación	
<i>Silva Sofrás FM, Molares S, Hechem V</i> .....	179
Fitotratamiento en el Parque Industrial de Trelew: factibilidad de plantaciones con riego de efluentes industriales	
<i>Sotto AD, Marinkovic RO, González CC, Silva C, Guerrero D</i> .....	180
Metodología para la cuantificación de material leñoso en plantaciones forestales	
<i>Tula E, Geronimo R, Stecher G, Uribe J</i> .....	181

# Bosque, Sociedad y Desarrollo

# CONFERENCIAS INVITADAS

## El bosque como un fenómeno biocultural diverso: hacia una integración de enfoques en la construcción de formas de relación futuras

Aylen Capparelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, CONICET - UNLP

E-mail: [aylencapparelli@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:aylencapparelli@fcnym.unlp.edu.ar)

### Resumen

En el contexto de la situación global actual de los bosques, y poniendo énfasis en el proceso de fragmentación que experimentan y las consecuencias que éste conlleva para la humanidad, el presente es un ensayo crítico que discute, a criterio personal, cómo se podrían enriquecer las perspectivas de análisis en el estudio de los bosques de la Patagonia argentina para lograr un desarrollo social sostenible, armónico y equitativo a una escala comunitaria. Se propone una mirada en la cual bosque y sociedad sean vistos como un todo amalgamado en un fenómeno biocultural diverso, cuyo abordaje se realiza a través de la integración de múltiples enfoques que permitan conjugar la visión local con la científico-técnica en la construcción de planes de manejo futuros.

### Introducción

Los biomas boscosos abarcan actualmente el 31 % de la superficie terrestre (FAO 2010). Por la complejidad de su estructura, se puede decir que poseen una heterogeneidad microclimática tal que promueven la coexistencia interrelacionada de multitud de hábitats en superficies relativamente reducidas (Morello & Mateucci 1999a). En Argentina, los bosques se presentan en las siguientes Ecorregiones: Gran Chaco; Andino fresco (Yungas); Austrobrasileño (Selva Misionera); Deltas, estuarios y lagunas costeras subtropicales y templadas; bosques abiertos del Espinal y el Monte; y Bosques Patagónicos (BP) (Morello & Mateucci 1999a). Los BP, en los que pondremos énfasis en esta presentación, se extienden por los contrafuertes de los Andes, desde Neuquén hasta Tierra del Fuego. En ellos predomina la lenga (*Nothofagus pumilio*), el ñire (*Nothofagus antarctica*), el pehuén (*Araucaria araucana*) y el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*).

Los bosques actúan como protectores de suelos, reguladores de ciclos biogeoquímicos, purificadores del aire y almacenadores de carbono (Morello & Mateucci 1999a). Sin embargo, se encuentran en proceso de fragmentación a nivel mundial (Wade et al. 2003) debido a: la deforestación por el avance de la frontera agrícola, la conversión de los bosques en pastizales para favorecer cultivos y ganado, la explotación forestal, el avance de la frontera urbana, la obtención de combustibles, la construcción de rutas y los incendios naturales, entre otros (Morello & Mateucci 1999a). Estas causas se agudizaron con la globalización, entendida como un fenómeno que incluye aspectos económicos, ambientales, tecnológicos, políticos y culturales (Gallopín & Chichilniski 2001). La cuestión más grave de la fragmentación es que los distintos tipos de bosques de cada región están íntimamente conectados entre sí y con los de las regiones vecinas, y constituyen las piezas de un rompecabezas ecológico donde la destrucción de una de las partes conduce a la pérdida del valor total (Morello & Mateucci 1999a). En Patagonia, la fragmentación ocurre principalmente en forma de conversión del bosque de lenga para ampliar los pastizales andinos y sustentar mayores cantidades de ganado (Morello & Mateucci 1999a), aunque también en forma de explotación maderera (Carabelli 2005). Hacia el N, el fuego es el factor responsable de la formación de grandes claros de bosque, mientras que hacia el O éstos pueden estar producidos por avalanchas (Veblen 1989).

El avance de la fragmentación de los bosques, entre otras cuestiones, ha generado durante la segunda mitad del siglo XX la necesidad de realizar acuerdos y convenciones internacionales (i.e. United Nations Conference on Environment and Development 1992) que protejan la diversidad (tanto biológica como cultural) (Hladick et al. 1993), reconocida ésta como un valor fundamental para asegurar el futuro de la humanidad. Al mismo tiempo, se han abierto nuevos espacios de

discusión y planteado la urgencia de la aplicación de prácticas de manipulación de bosques “sostenibles” (esto último entendido aquí como “...development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (World Commission on Environment and Development 1987)) concepto íntimamente ligado a la preservación. La sostenibilidad de los espacios boscosos está en relación con aquella de los espacios agrícolas dado que entre el 60-70 % de la población de los países en vías de desarrollo vive en áreas rurales y suburbanas cercanas a bosques y complementa su subsistencia agrícola y/o ganadera y/o horticultora con elementos que provienen de los mismos (Rapoport y Ladio 1999). El principio básico de la sostenibilidad es la equidad en la distribución de los beneficios, es por ello que con la implementación de ésta ciertas problemáticas sociales cobran renovada relevancia, entre ellas la mitigación de la pobreza, la equidad en la distribución del ingreso, y una consideración especial a grupos que antes estuvieron marginados, tales como los campesinos, los pueblos originarios y la mujer (Morello & Mateucci 1999b, entre otros).

### **Tendencias actuales de los estudios en el ámbito forestal de Patagonia**

Es copiosa la información que se ha producido sobre los bosques Patagónicos desde los ámbitos forestal, ecológico, etnoecológico, de desarrollo rural y aspectos relacionados (Frangi et al. 2005; Carabelli et al. 2008, 2015; Martínez Pastur et al. 2013; Peri et al. 2016; Pastorino et al. 2015, 2016; Rapoport & Ladio 1999; Ladio 2011; Molares 2010; Reis et al. 2014; Blackhall et al. 2015; entre muchos otros), y constituye un bagaje de conocimiento importantísimo en varias áreas del saber, tanto básico como aplicado. No obstante, y a mi criterio personal, el desarrollo de las líneas de investigación se vislumbra como heterogéneo, localizado geográficamente o temáticamente, y con escaso consenso o intercambio de abordajes a nivel de Patagonia andina en general. En algunos casos, parece necesario dar lugar a concepciones ecológicas que trasciendan las tradicionales; a una visión del bosque que trascienda la dimensión biológica no humana y que, a su vez, pueda ir más allá de las divisiones naturaleza-cultura cuando sea apropiado; a la incorporación clara de la dimensión temporal, ya sea histórica o evolutiva; a considerar la interculturalidad como un camino posible, a la posibilidad de generar conocimientos genuinamente híbridos y co-construidos. Para ello, considero necesario contar con un marco conceptual que permita incluir las distintas realidades de la localidad, así como un diálogo fluido entre las ciencias sociales y las naturales y herramientas metodológicas acordes al mismo.

### **Justificación y marco conceptual de la presente propuesta**

Si nos remontamos atrás en el tiempo, sabemos que sociedades poco complejas, con amplios sistemas de movilidad, han interactuado con el BP durante aproximadamente 10.000 a 13.000 años, a través de estrategias de subsistencia basadas en la caza, recolección y pesca (Aschero 2000), a las que tardíamente se sumó el uso de especies vegetales domésticas (Hajduk et al. 2007). Estas sociedades desarrollaron diversas prácticas de manipulación de los bosques que podemos visualizar a través de la arqueología, tales como incendios con propósito de caza (Veblen et al. 2003), recolección y transporte de semillas (i.e. pehuén, *Empetrum*, Berihuete 2006), probable domesticación de algunos paisajes (Reis et al. 2014), clareos del bosque para construir chozas (Caruso et al. 2008), y extracción de material leñoso para combustible (Caruso et al. 2012) o manufactura de artefactos (i.e. *Chusquea*, Pérez de Micou 2002). En tiempos históricos tempranos algunas sociedades practicaban también horticultura incipiente y manejo del caballo (Mateucci & Scheinson 2007). Con el proceso denominado “conquista del desierto” (finales de siglo XIX) se diezma la población de pueblos originarios y se instalan colonias con población inmigrante de origen europeo. La propiedad privada de la tierra fue en aumento en relación a la propiedad comunal, generando una variedad de ocupaciones productivas cuyos destinos de mercado eran generalmente externos al sistema (Galafassi 2012). Este es un periodo del cual se cuenta con escasa información acerca de la población aborigen, no obstante, existen registros para Patagonia continental de manipulación de elementos de bosque templado húmedo y seco, tales como *Chusquea* (para elaboración de armas), frutos de pehuén y *Prosopis* (para consumo), al igual que frutos de *Prunus*

introducidos (Musters en Ciampagna & Capparelli 2012). Asimismo, en Patagonia insular, el bosque ha proveído todo tipo de elementos a los selk'nam (frutos, hongos, aves, etc.), además de la madera para confeccionar las chozas o paravientos, instrumentos, antorchas y mangos de herramientas, y del combustible para alimentar el fuego (Berihuete 2006). Se sabe también que durante los siglos XVIII al XIX se provocaban incendios para sembrar y es probable que el fuego se haya usado para mejorar o instalar pasturas en áreas boscosas luego de la entrada del ganado europeo (Veblen et al. 2003). Con el advenimiento del Estado Nación los sobrevivientes de la "conquista del desierto" desarrollaron diversas estrategias de integración y a partir de la reforma de la Constitución Nacional de 1994 se plantea el reconocimiento de las poblaciones indígenas y comienza un periodo de reivindicación (Ciampagna 2014). Los trabajos de Ladio y col., entre otros (Capparelli et al. 2011) dan cuenta que el conocimiento botánico tradicional, sus sistemas de clasificación y prácticas asociadas aún persisten entre los pueblos originarios y campesinos, sociedades que ejercen un manejo comunitario de su territorio, que se regulan mediante principios equitativos y amigables con el entorno (Ladio & Molares 2014).

A partir de la intensa y extensa relación del ser humano y su ambiente plasmada en los párrafos anteriores, podemos hablar del BP como un mosaico de paisajes culturales, definidos éstos como espacios físicos, que son escenarios dinámicos que reflejan una intrincada red de personas, lugares y entidades biológicas no humanas, construidos a lo largo del tiempo (Davison-Hunt & Berkes, en Capparelli et al. 2011). En cada uno de estos paisajes confluye una diversidad biológica (biodiversidad) y cultural particular que se influyen mutuamente (Hladik et al. 1993, Maffi 2001).

Esta visión del BP trasciende, en el sentido que propone Hurrell (1986), la concepción Haekeliana de la ecología tradicional donde el ser humano, o bien no tiene cabida, o bien es considerado un elemento externo (y generalmente negativo) al sistema ecológico del cual forma parte; por el contrario, éste es visto aquí como un elemento constitutivo del mismo que interacciona en forma bidireccional con el resto de los elementos constitutivos del sistema y que forma un Todo con ellos. Esta relación bidireccional del ser humano con su entorno vegetal/ambiental dentro de un contexto sistémico es objeto de estudio de la Etnobotánica/Etnoecología, respectivamente (Jones 1948, Toledo 2002) y se visualiza a través de prácticas de manipulación del ambiente contextualizadas socio-históricamente (Alcorn en Capparelli et al. 2011). Las mismas están condicionadas por la cosmovisión y el conocimiento de cada cultura (Toledo 2002), aspectos ambos que, según la cultura de que se trate, son más o menos difíciles de discernir el uno del otro. Se toma conciencia del conocimiento cuando se pone en práctica en un contexto determinado, pero en dicha práctica a su vez subyace la cosmovisión de las sociedades, es decir, el modo en que la naturaleza es percibida (Seeland 1997). Una vez que la naturaleza es percibida y clasificada se transforma en un orden social basado en creencias y símbolos donde naturaleza y cultura son términos intercambiables (Seeland 1997). Es así que los paisajes culturales son cultura proyectada en la naturaleza por las personas a lo largo de su interacción con el ambiente (Crumley & Marquardt en Capparelli et al. 2011). La dimensión temporal que esta interacción implica hace necesario el aporte de la Paleoetnobotánica (Capparelli et al. 2011) y la Ecología Histórica (Balée 1998 en Capparelli et al. 2011). La primera nos permite reconocer prácticas de interacción ser humano-plantas en el pasado a través del análisis del registro arqueobotánico. La segunda nos es útil porque genera un campo de colaboración entre las ciencias sociales (antropología y geografía) y muchos campos híbridos (historia ambiental, sociología ambiental, ecología humana y ecología de paisaje), tanto a nivel teórico como metodológico (combina métodos cuantitativos científicas con los cualitativos de los humanistas) utilizando una unidad de estudio común, el paisaje cultural.

Para desentrañar las creencias, conocimientos y prácticas implicadas en la interrelación ser humano-ambiente de cada sociedad se hace imprescindible diferenciar entre la visión *etic* de los investigadores/gestores, que suele estar influenciada por los paradigmas de la sociedad occidental, y la visión *emic* que las sociedades locales poseen (Barrau 1981, Hurrell 1986). Dentro de la concepción *emic* podemos encontrar conocimientos tradicionales del ambiente (en el sentido de Hurrell &

Pochettino 2014), que son locales, únicos y propios de cada comunidad, se transmiten de generación en generación, generalmente en forma oral, y constituyen las bases de las prácticas y actividades que permiten el mantenimiento de una sociedad y su ambiente a través del tiempo (Pochettino 2007). Éstos por lo general garantizan la manipulación del bosque a largo plazo (Hladik et al. 1993) y pueden brindar información muy valiosa en términos del desarrollo sostenible, equitativo y armónico. No obstante, en contextos donde hubo inmigración y mestizaje, tales como muchos contextos campesinos de Argentina en general y de Patagonia en particular, es necesario tener en cuenta la pluriculturalidad intrínseca al mismo. Ésta denota un presente resultante de 500 años de interacción entre saberes locales y foráneos, resignificados a través del tiempo (Lambaré & Pochettino 2012). En los contextos pluriculturales aparecen también conocimientos no tradicionales (Hurrell & Pochettino 2014) ligados a la difusión a través de medios de comunicación masiva y programas de educación y/o extensión (i.e. INTA, ONG's), que son necesarios tener en cuenta. Es posible ejemplificar el comportamiento de las perspectivas *emic* y *etic* en Argentina a través de investigaciones desarrolladas con comunidades que viven en cuatro tipos distintos de bosques nativos (Bosques xerófilos de *Prosopis* del Monte catamarqueño, Bosque chaqueño, Talares del NE de Buenos Aires y Selva Misionera). De éstas surge la importancia del bosque como proveedor de sombra y refugio (i.e. Arturi et al. 2006), de elementos madereros como no madereros, de NUS (Neglected and Underused Species) que permiten rescatar prácticas culinarias ancestrales (Capparelli 2007, Riat 2015), así como concepciones locales donde la idea de actividad humana no es antagónica al ambiente, o donde la dicotomía nativo/exótico, donde lo nativo debe ser el objeto de conservación y lo exótico eliminado, no es significativa desde la visión del poblador local, por lo cual carece de operatividad en la generación de estrategias de manejo conjuntas (Pochettino et al. en prensa). De esta manera, es la diferenciación inicial de las perspectivas *emic* y *etic* la que luego nos dará la posibilidad de generar nuevos conocimientos híbridos en el sentido de Hladik et al. (1993) que serán la resultante de la resignificación de ambos componentes en pos de un objetivo común de desarrollo engendrado de manera co-participativa.

Para alcanzar planes de desarrollo que impliquen un énfasis equilibrado entre los dos componentes de la relación ser humano-ambiente, es necesario implementar metodologías acordes que combinen aquellas derivadas de las ciencias sociales y las naturales, así como concepciones que nos permitan trascender las especificidades disciplinarias y los estamentos científicos. Entre las primeras es importante destacar que un relevamiento inicial cualitativo de la información, a partir de los consentimientos informados de los pobladores, permite reconocer las categorías locales cuyos atributos luego pueden cuantificarse con herramientas analíticas más estructuradas (Martin 1995). Por otro lado, es importante que se tengan en cuenta actividades diversas de la vida tanto cotidiana como ceremonial o festiva, que impliquen también la relación con áreas rurales vecinas, en el sentido de abarcar todo el espectro posible de usos/no-usos y significados de los componentes no humanos del sistema. Las técnicas de investigación participativas pueden constituir herramientas útiles, que junto con la toma democrática de decisiones contribuirán al empoderamiento de las comunidades locales. Luego el estado y los gobernantes deberán crear las condiciones esenciales que garanticen instancias de continuidad de los planes de manejo construidos. La articulación de estos diferentes contenidos y prácticas disciplinares de una manera integral se podría vehicular a través de la implementación de un marco conceptual transdisciplinar en el sentido de Morin (2009).

### Consideraciones finales

El diseño de planes de manejo que lleven a un desarrollo social sostenible, armónico y equitativo a una escala comunitaria nos plantea como desafío: reconocer al bosque como un paisaje biocultural complejo; recurrir a un tipo de ciencia que nos permita abordar fenómenos complejos desde enfoques integrales donde tengan lugar nuevas formas de relación entre el conocimiento científico y local, que favorezcan a la construcción democrática y participativa de planes de manejo y que articulen ese conocimiento híbrido con estamentos político-económico-sociales pertinentes para que sea sostenible a largo plazo.

**Bibliografía Citada**

- Aschero C. 2000. El poblamiento del territorio. En: Nueva Historia Argentina. T1. Ed. Sudamericana, Bs As.
- Barrau, J. 1981. La etnobiología. En: Cresswell, R. y M. Godellier (eds.) *Útiles de encuesta y de análisis antropológico*: 81-92. Madrid, Fundamentos
- Berihuete M. 2006. Aportaciones de la carpología al análisis de la gestión de los recursos vegetales en las sociedades cazadoras recolectoras: el grupo selknam de Tierra del Fuego (Arg.). Tesis Doctoral, Univ. Autónoma de Barcelona.
- Blackhall M, A. Ladio, J. Franzese, M. de Torres Curth, G. Vieozzi, M. Arbetman, M. Lucero, M.G. Pfister, G. Pérez. 2015. Ciencia en el aula y Etnozoología: una aproximación preliminar en escuelas rurales del noroeste de Patagonia. *Gaia Scientia* 9:82-89
- Capparelli A. 2007. El algarrobo blanco y negro -*P. chilensis* (Mol.) Stuntz y *Prosopis flexuosa* DC, Fabaceae- en la vida cotidiana de los habitantes del NOA: subproductos alimenticios. *Kurtziana* 33:1-19
- Capparelli A., N. Hilgert, A. Ladio, V. Lema, C. Llano, S. Molares, ML. Pochettino, P. Stampella. 2011. Paisajes culturales de Argentina: pasado y presente desde las perspectivas etnobotánica y paleoetnobotánica. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 2 (2): 67-79
- Carabelli 2005 Análisis de cambios en los paisajes de bosques de ciprés e la cordillera en el noroeste de la Provincia de Chubut. I Reunión sobre ecología, conservación y uso de los bosques de ciprés de la cordillera, Esquel, Chubut, Argentina, 28-30 de abril de 2005. Libro de Actas, 61-66
- Carabelli F., G. Demarchi, C. Baroli. 2008. Alentando procesos de desarrollo económico local en comunidades de la Comarca de la meseta central de Chubut.
- Carabelli, F., J. Askenazi-Vera, D. Marchand, F. Fortunati. 2015. Vivir de “espaldas” a los bosques: ¿cuánto nos importan en realidad?. En: Actas del XIV Congreso Forestal Mundial, Durban (Sudáfrica).
- Ciampagna L. 2014. Estudio de la interacción de los grupos cazadores recolectores que habitaron la costa Norte de Santa Cruz y las plantas silvestres: recolección y gestión FCNyM, UNLP.
- Ciampagna L. y A. Capparelli 2012 Historia del uso de las plantas por parte de las poblaciones que habitaron la Patagonia Continental argentina. *Cazadores recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología* 6:45-75
- FAO 2010. Global Forest Resources Assessment. Main report. Roma
- Frangi J., M. Barrera, J. Puigdefábregas, P. Yapura, A. Arambarri y L. Richter. 2005 Ecología de los bosques de Tierra del Fuego En: Ecología y manejo de los bosques de Argentina Editores: Arturi, M.F.; J.L. Frangi y J.F. Goya, Editorial Universidad Nacional de La Plata, la Plata pp1-88
- Galafassi, G. 2013. Conflictos por los recursos y el territorio en Patagonia Norte. Un caso de estudio en un área entre el Parque Nacional Nahuel Huapi y la cuenca del río Ñirihuau (Argentina). *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, 10 ene 2013, vol. XVII, nº 426. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-426.htm>
- Gallopín G., G. Chichilniski. 2001. The environmental Impact of globalization on latin America: a prospective approach. En: Managing Human-Dominated Ecosystems. V. Hollowell Ed. Missouri Botanical Garden Press. Pp 271-304
- Hajduk A., P. Novellino, E. Cúneo, A.M. Albornoz, C. Della Negra y M.J. Lezcano. 2007. Estado de Avance de las Investigaciones Arqueológicas en el Noroeste de la Provincia del Neuquén (Deptos Chos Malal y Minas, Rep. Arg.) y su Proyección Futura. En: *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde editores, pp. 467-477. CEQUA. Punta Arenas.
- Hladick C., O. Linares, A. Hladik, H. Pagezy y A. Semple. 1993. Tropical forests, people and food: an overview. En . Tropical forests, people and food: Biocultural interaccions and applications to development. Hladik, C.M, A. Hladik, O. Linares, H. Pagezy, A. Semple y M. Hadley. Eds. Man and the biosphere ss. V. 13. Pp 3-14
- Hurrell J. 1986. Las posibilidades de la etnobotánica y un nuevo enfoque a partir de la ecología y su propuesta cibernética. *Rev. Esp. Antrop. Amer.* 17: 235-258.
- Hurrell J. & ML. Pochettino. 2014. Urban ethnobotany: theoretical and methodological contributions Albuquerque U., L. Da Cunha, R. Lucena, R. Alves (eds.), *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*, Springer Protocols Handbooks, DOI 10.1007/978-1-4614-8636-7\_18, pp-293-302
- Jones V. 1948. The nature and status of Ethnobotany. *Chronica Botanica* 6(10):219-221.
- Ladio 2011. Underexploited wild plant foods of North-Western Patagonia. En: Multidisciplinary approaches on food science and nutrition for the XXI Century (R. Filip, Ed.). Transworld Research Network, India. Pp 1-16.
- Ladio A., S. Molares. 2014. El paisaje patagónico y su gente. En: Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina, un cuarto de siglo de investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación. E. Raffaele, M. de

- Torres Curth, C. Morales y T. Kitzberge (eds.) Ciudad Autónoma de Buenos Aires Fundación de Historia Natural Félix de Azara Cap. 9. Pp 205-223
- Lambaré D. A y M. L. Pochettino 2012. Diversidad local y prácticas agrícolas asociadas al cultivo tradicional de duraznos *Prunus persica* (ROSACEAE), en el Noroeste de Argentina. *Darwiniana* 50 (2): 174-186.
- Maffi L. (ed.). 2001. On Biocultural Diversity. Linking Language Knowledge and the Environment. Smithsonian Institute Press, Washington
- Martinez Pastur G., P. Peri, M. Lencinas, J. Cellini, M. Barrera, E. Rosina Soler, H. Ivancich, L. Mestre, A. Moretto, CH. Anderson, F. Pulido. 2013. La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. En: Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda, P Donoso, A Promis (Eds), Universidad Austral de Chile pp.155-179
- Mateucci S., V Scheinson. 2007. Materiales arqueológicos y patrones espaciales: tres años de trabajo en la intersección entre la ecología de paisajes y la arqueología. En: S.D. Matteucci (ed.) Panorama de la ecología de paisajes en Argentina y países sudamericanos INTA-MAB, UNESCO, Bs. As., pp. 393-406.
- Martin G. 1995. Ethnobotany. A methods manual. Londres, Chapman & Hall, World Wide Fund for Nature.
- Molares S. 2010. Flora medicinal aromática de la Patagonia: características anatómicas y propiedades organolépticas utilizadas en el reconocimiento por parte de la terapéutica popular. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Argentina.
- Morello, J., S.D. Matteucci. 1999a. Biodiversidad y fragmentación de los bosques en la Argentina. En: S.D. Matteucci; O.T. Solbrig; J. Morello y G. Halffter. 1999. Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. EUDEBA-UNESCO, Buenos Aires. Pp. 463-498.
- Morello J., Matteucci, S.D. 1999b. El difícil camino al manejo rural sostenible en la Argentina. En: S.D. Matteucci, O. Solbrig, J. Morello & G. Halffter (eds.), Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. EUDEBA, Buenos Aires.
- Morin, E. 2009. Introducción al pensamiento complejo. Ed. Gedisa, 176 pp.
- Pastorino M., A. Aparicio, MM. Azpilicueta. 2015. Regiones de procedencia del Ciprés de la Cordillera y bases conceptuales para el manejo de sus recursos genéticos en Argentina. INTA Ediciones. Colección Investigación, desarrollo e innovación. Pastorino M. Ed. Pp.1-107
- Pastorino M., V. El Mujtar, MM. Azpilicueta, A. Aparicio, P. Marchelli, V. Mondino, G. Sola, C. Soliani, S. Torales, S. Amalfi, F. Barbero, L. Gallo, M. López; M. Paredes; F. Pomponio; T. Schinelli, L. Tejera. 2016 En; Domesticación y mejoramiento de especies forestales. Subprograma Nothofagus. PROMEF. Minist. Agric y Ganadería. Pp 162-188
- Perez de Micou Cecilia (comp.). 2002. Plantas y cazadores en Patagonia. Univ. Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras.
- Peri P., H. Bahamonde, M. Lencinas, V. Gargaglione, E. Rosina Soler, S. Ormaechea, G. Martínez Pastur. 2016 A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforest Syst* DOI 10.1007/s10457-016-9890-6 Vol 89 Nro 6
- Pochettino ML., A. Lambaré, P. Stampella, MB. Doumecq, N. Ghiani-Echenique. En prensa. Especies arbóreas como "texto" en contextos pluriculturales... La conservación como pretexto Memorias XI Reunión de Antropología del Mercosur. 30 Nov-4 dic 2015, Montevideo Uruguay
- Rapoport E. y A. Ladio. 1999. Los bosques andino-patagónicos como fuentes de alimento *Bosque* 20: 55-64.
- Reis, M. Sedrez dos, A. Ladio, N. Peroni. 2014. Landscapes with Araucaria in South America: evidence for a cultural dimension. *Ecology and Society* 19(2): 43
- Riat P. 2015. Puesta en valor de plantas subutilizadas: aporte a la conservación de los recursos naturales en Los Juríes (Sgo. Del Estero). Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Seeland K. (Ed.). 1997. *Nature is culture: indigenous knowledge and socio-cultural aspects of trees and forests in non-European cultures*. London: Intermediate Technology Publications.
- Toledo V. 2002. Ethnoecology. A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En: Stepp, J. R., F. S. Wyndham & R. K. Zarger (eds.), *Ethnobiology and Biocultural Diversity*, 511-522. U.S.A.: Int. Soc. Ethnobiology.
- Veblen T.T., T. Kitzberger, E. Raffaele, D.C. Lorenz. 2003. Fire history and vegetation changes in northern Patagonia, Argentina. T.T. Veblen, W. Baker, G. Montenegro and T.W. Swetnam (Eds.) *Fire and Climatic Changes in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Springer-Verlag, New York. Pp 265-295
- Wade, T. G., K. H. Riitters, J. D. Wickham, K. B. Jones. 2003. Distribution and causes of global forest fragmentation. *Conservation Ecology* 7(2): 7.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS SELECCIONADOS

## La creciente preocupación ambiental, ¿agrega valor al bosque?

Juan H. Gowda<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup> Laboratorio Ecotono, INIBIOMA, Universidad Nacional del Comahue – CONICET.

\*Autor de correspondencia: [juan.gowda@gmail.com](mailto:juan.gowda@gmail.com)

### Resumen

El interés por el cuidado del ambiente ha crecido durante las últimas décadas para ser hoy un tema recurrente en nuestra sociedad. La declaración de Estocolmo de 1972 marca un hito en este sentido, al poner en la agenda mundial la protección de nuestra naturaleza en general y nuestros bosques en particular. Si bien la preocupación por los efectos asociados a la destrucción de nuestros bosques y los servicios que los mismos proveen ya existía entre naturalistas de la antigua Grecia, el primer gran esfuerzo de presentar de modo sistemático los efectos de la destrucción de los bosques en un lenguaje accesible al público es tal vez el libro de G.P. Marsh (1865) *Man and Nature*, considerado el origen del movimiento conservacionista actual. Exploro cómo el paradigma que subyace a este movimiento conservacionista ha penetrado nuestra legislación, educación e investigación, generando el resultado opuesto al esperado por Marsh y otros amantes de la naturaleza: es decir, una sistemática desvalorización del bosque en términos políticos, legales, socioeconómicos y ecológicos. Analizo si los fundamentos de nuestra educación, investigación y legislación ambiental se complementan con una administración y desarrollo industrial que permite agregar valor a nuestros bosques o si, por el contrario, se conjugan para degradarlos y desvalorizarlos. Con la ayuda del concepto de "Ética de la Tierra" acuñado por A. Leopold en 1949 y de ejemplos de algunas culturas que mantienen interacciones positivas con el bosque, planteo alternativas para canalizar el creciente interés por el ambiente a través de mejoras concretas para el bosque de nuestra región y su gente. Concluyo que como investigadores y educadores tenemos la responsabilidad indelegable de promover un cambio en nuestra relación con el bosque de la región en que vivimos.

**Palabras clave:** manejo sustentable, política forestal, educación ambiental.

### Introducción

El interés por el cuidado de nuestro ambiente ha crecido durante las últimas décadas para ser hoy un tema recurrente de la sociedad. La declaración de Estocolmo de 1972 marca un hito en este sentido, al poner en la agenda mundial la protección de nuestra naturaleza en general y nuestros bosques en particular. En ese documento, los miembros de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano afirman que "... el hombre es a la vez parte y modificador de su entorno, el cual le da sustento físico y oportunidades para su crecimiento moral, social y espiritual. Sobre esa base, y teniendo en cuenta la enorme capacidad de la sociedad moderna para modificar su entorno, así como la creciente evidencia de degradación ambiental del planeta..., se propone que para alcanzar la libertad en el mundo natural el hombre debe usar su conocimiento, en colaboración con la naturaleza para construir un medioambiente mejor".

En temas estrictamente forestales, la declaración recomienda que se (1) genere nuevo conocimiento sobre los aspectos ambientales del bosque y su manejo, (2) monitoree la cobertura forestal, (3) generen programas de investigación e intercambio sobre incendios, pestes y plagas, (4) fomente la transferencia de conocimiento entre naciones con condiciones ecológicas similares y (5) explore la introducción de especies forestales adaptables a nuevas condiciones ecológicas. Estos temas pasan desde entonces a formar parte de la discusión política global, influyendo tanto sobre las estructuras administrativas como legislativas a escala internacional, nacional y provincial.

La preocupación por los efectos asociados a la destrucción de nuestros bosques y los servicios que proveen, sin embargo, ya existía entre naturalistas de la antigua Grecia. Sin embargo, es tal vez *Man and Nature* (Marsh 1856) el primer libro que representa el gran esfuerzo de presentar al público en general de modo sistemático, los efectos de los bosques así como de su destrucción, y define los rasgos característicos de lo que hoy llamamos Ecología. Marsh considera que la geografía debe contemplar el efecto modelador de los seres vivos sobre el clima, planeando la importancia de los bosques a escala de paisaje en la dinámica del agua, los nutrientes, la temperatura y la humedad.

Al proponer que los bosques tienen un efecto directo sobre el bienestar humano, y que el "modelo europeo" de desarrollo agrícola atenta directamente contra la armonía y productividad de la naturaleza, transformando un sistema natural en uno artificial, Marsh podría considerarse también el padre del paradigma que subyace al movimiento conservacionista actual, así como a la mayoría de los estudios de conservación y provisión de servicios ecosistémicos (Leopold 1949, Mooney y Ehrlich 1996, Myers 1996). Este paradigma ha penetrado nuestra legislación, educación e investigación forestal, generando el resultado opuesto al esperado por Marsh, Leopold y otros amantes de la naturaleza, o sea una sistemática desvalorización del bosque en términos socioeconómicos y ecológicos.

Planteo que: (1) nuestra educación ambiental nos sitúa en una posición antagónica en relación a los bosques, (2) el eje de nuestra investigación científica tenderá a reforzar este paradigma, (3) nuestro sistema legislativo conlleva directa e indirectamente a la pérdida del valor del bosque en términos económicos, ambientales y de sus servicios ecosistémicos, (4) la administración pública de nuestros bosques fomenta la pérdida de cobertura y valor de nuestros bosques, así como la marginalización de los pequeños productores y (5) los investigadores (nosotros) somos partícipes necesarios (y fundamentales) de este proceso, al concentrar nuestras áreas de investigación en temas globales, definidos filosóficamente en Norteamérica, en vez de en aumentar la comprensión de procesos locales, definidos por problemáticas directamente asociadas a la calidad de vida de nuestra población rural.

### Métodos

Las conclusiones sobre educación ambiental se basan en la interacción con profesionales de la ingeniería forestal, agronomía y biología. Dejo el espacio para el debate abierto sobre estos temas con la audiencia, compuesta por profesionales de dichas áreas para que evalúen si mis conclusiones son acertadas. El foco está puesto en la creciente oferta de licenciaturas y ingenierías ambientales.

Defino cuatro temáticas principales aparecidas en artículos científicos relacionados con los bosques: *Forest Conservation*, *Forest Ecosystem Services*, *Sustainable Forest Management* y *Forest Restoration*. Realicé una búsqueda de estos cuatro términos en Scopus, para analizar su importancia en Sudamérica. Analizo esto mediante la correlación del número de artículos científicos sobre bosques publicados por investigadores de Europa, Norteamérica y Sudamérica, subdividiéndolos por estas regiones para poner a prueba la hipótesis que la investigación forestal está asociada a la de Norteamérica y Europa.

Evalúo el espíritu y la letra de dos leyes nacionales, la "Ley de protección de la riqueza forestal" (13.273/1949) y la "Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos" (26.331/2007). Reduzco este tema a Río Negro y reviso cuatro ejes: i) seguridad jurídica de la inversión en manejo forestal, ii) apoyo a los productores en la gestión forestal sustentable, iii) fomento de inversiones en silvicultura de bosques nativos y iv) administración del aprovechamiento forestal.

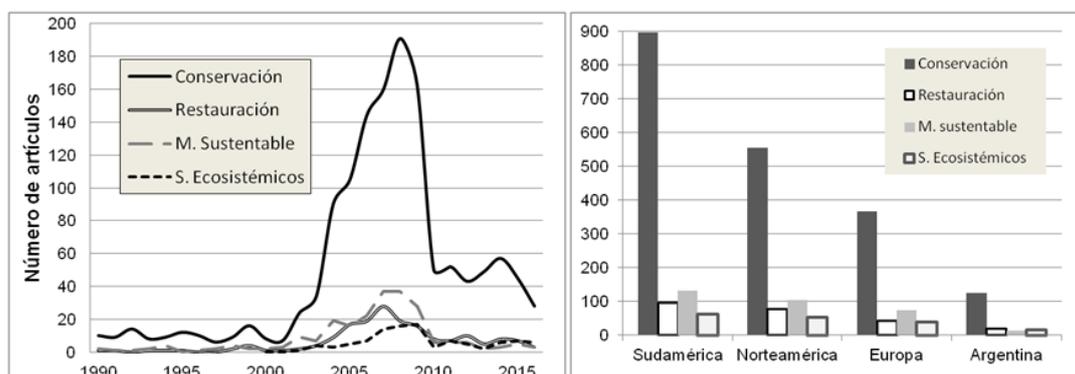
### Resultados y Discusión

#### 1. Educación en carreras ambientales

La mayoría de los que accedemos a la universidad somos urbanos, alejados de la naturaleza en la vida cotidiana. El universo de ideas (lat. Universitas) se divide en áreas (Facultades, no funciones) en las que se profundiza para acceder a títulos profesionales temáticos. La especialización así planteada implica una pérdida de la perspectiva integradora que caracteriza a nuestra interacción con nuestro ambiente. Las facultades de Ingeniería forestal y Agronomía presentan una oferta educativa centrada en sistemas de cultivo y manejo intensivo asociada a la revolución industrial.

Invertimos los primeros años de la experiencia universitaria en estudiar matemática, química, física y estadística, complementadas con taxonomía, entomología y edafología. Durante los últimos años de carrera, exploramos la naturaleza, principalmente en el ámbito en el que pretendemos especializarnos, a través de libros, divididos en disciplinas, para finalmente salir a confrontar con ella, cargados ya de un gran bagaje de conocimiento teórico sobre cómo funciona el mundo. Por lo general, no habrá prácticas laborales ni experiencias de campo prolongadas. Enseñamos:

- Que el aprendizaje sobre la naturaleza no necesita del contacto cotidiano con la misma
- Que la teoría es la base y la práctica forma el contexto en el que la misma se ejercita
- Que la enseñanza es un proceso unidireccional y jerárquico
- Un idioma específico que confiere una identidad cultural diferenciada de otras profesiones
- Una visión homogeneizada (y cada día más globalizada) de lo que está bien y mal



**Figura 1.** Número de publicaciones científicas que contienen en su título o resumen las palabras bosque asociadas a Conservación, Restauración, Manejo sustentable y Servicios ecosistémicos para Sudamérica durante los últimos 25 años (a) y el origen de sus autores (b) (Scopus)

## 2. Investigación forestal

Se publican más de cuatro artículos sobre conservación por cada artículo de manejo y/o restauración, en tanto que aquellos referidos a los servicios ecosistémicos están en crecimiento, superando hoy a los de restauración y manejo sustentable (Fig. 1a). Hasta 2009, el manejo forestal sustentable era el segundo tema en importancia. A partir de esa fecha, pasó al último lugar. Más del 50% del número de publicaciones sobre los bosques de Sudamérica tienen su origen en Norteamérica y Europa. Los investigadores sudamericanos producen el 48% de los artículos asociados a la conservación y el 40% de los artículos asociados a manejo, restauración y servicios ecosistémicos (Fig. 1b). Los investigadores argentinos publican el 6,5% de los artículos sobre esta temática en Sudamérica, dándole mayor importancia que investigadores de otras regiones a los servicios ecosistémicos (9,6% de estos artículos) y restauración de bosques (8%), y mostrando muy poco interés por su manejo sustentable (4,2%). En resumen, el conocimiento científico sobre nuestros bosques se centra en su conservación, y es impulsado principalmente por investigadores de Norteamérica y Europa. El manejo sustentable de nuestros bosques es el tema menos popular, especialmente entre investigadores argentinos.

## 3. Legislación forestal

La Ley 13.273 presentaba un marco adecuado para la valorización de los bosques, con herramientas claras para su restauración y manejo, y una organización encargada de recuperar tierra degradada, procedimientos silvícolas y un mapa forestal que permitiera la evaluación periódica de su cobertura y estado. Desgraciadamente, esta ley nunca fue reglamentada ni implementada (Gowda 2010a). La Ley 26.331 plantea una valorización de los bosques en términos económicos así como ambientales. La ley representa una pérdida directa de valor de mercado debido a que implica:

- La constución de una hipoteca real que limita el uso de su bosque
- Un costo adicional periódico asociado a la necesidad de un plan de manejo
- Un costo adicional anual asociado a la presentación de los Planes Operativos Anuales
- Un aumento en su exposición patrimonial ante disturbios
- Una mayor inseguridad jurídica para toda posible inversión silvícola
- Nuevas restricciones de uso impuestas mediante mecanismos no consultivos

Asimismo, la ley implica, desde el punto de vista de la sociedad, una pérdida real del valor de los bosques en vez del aumento de los servicios ecosistémicos que podrían brindar a la población debido a que:

- Se excluye el concepto de tierra forestal existente en la Ley 13.273
- Se prioriza la conservación de bosques "prístinos" sobre la restauración y el manejo
- No se genera un marco adecuado para el "pago por servicios ambientales"
- No se valorizan los servicios que se pretende preservar
- No se genera el fondo forestal, perdiéndose la visión de largo plazo de la ley

#### 4. *La administración pública fomenta la pérdida de cobertura y valor de nuestros bosques*

La administración pública nacional y las provinciales han fomentando históricamente la conversión del bosque nativo a otros usos. En el caso de Río Negro las concesiones forestales fueron otorgadas a aserraderos, sin consulta a sus ocupantes. Los permisos de corta, mal llamados planes de manejo incluían (e incluyen aún hoy) la forestación con pináceas como única medida compensatoria a la extracción, no así las podas, raleos y manejo de renovales de especies nativas o promoción de su regeneración natural.

En términos generales, la administración pública de los bosques de la Patagonia norte argentina no ha promovido ni aprobado ningún manejo silvícola, es decir cualquier actividad que agrega valor al bosque, no ha brindado un marco normativo que permita la inversión forestal ni ha facilitado su manejo por parte de los productores. Por el contrario, ha incrementado la inseguridad jurídica asociada a la tenencia de bosques debido a su accionar contrario a la Ley 26.331.

#### 5. *Los investigadores sudamericanos seguimos las tendencias de Norteamérica...¿y Europa?*

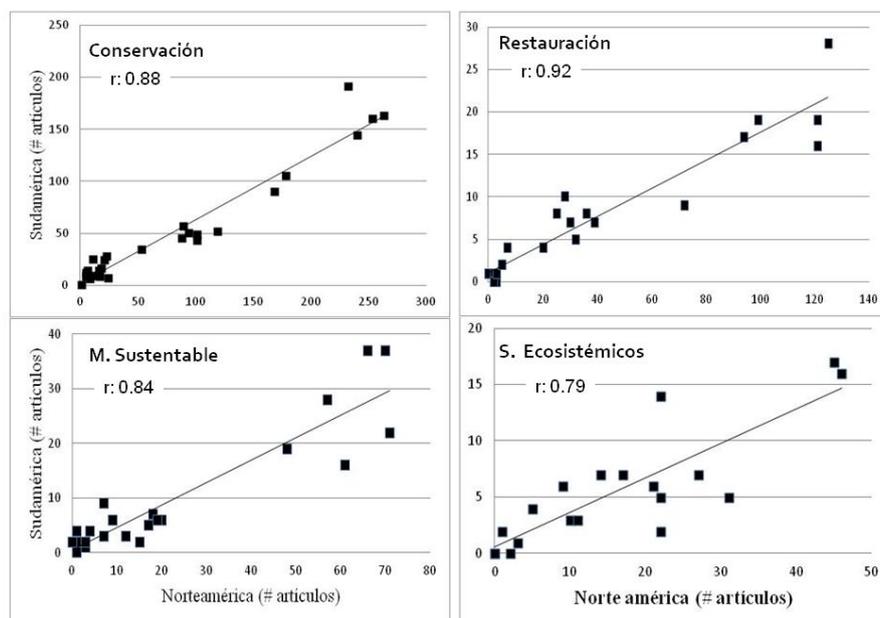
La variación interanual en el número de artículos en las cuatro áreas temáticas para bosques sudamericanos está positivamente correlacionada con la de artículos sobre estos temas en Norteamérica (Fig. 2) y en menor grado con la publicación de dichos temas para bosques europeos. Las correlaciones entre número de publicaciones en Europa y Norteamérica son por lo general no significativas para el período analizado (Gowda, datos no publicados). A pesar de la gran fluctuación en el número de artículos publicados a lo largo de los años, la temática forestal en nuestra región está claramente muy influenciada por Norteamérica (Fig. 1).

### **Conclusiones**

Ya Bailey Willis (1914) nos hace notar que en Argentina "...hay dos grupos muy distintos de personas que conocen estas plantas: los indígenas que viven entre ellas y conocen los usos a que se aplican, y los botánicos que las han dado clasificación sistemática. No es fácil poner a unas y otras en coordinación".

Cuarenta y cinco años antes otro geógrafo norteamericano, P.G. Marsh (1865) sentó las bases de la ecología moderna, moldeando las ideas del expedicionario en cuanto a la importancia del manejo sustentable de la naturaleza. El avance del sistema de cultivo europeo en Norteamérica, asociada a la destrucción de sus culturas originarias y la pérdida de sus bosques y suelos sentaron las bases del paradigma de la conservación, resultando en la creación de los primeros Parques Nacionales del mundo, Yellowstone en 1872 y el Nahuel Huapi en 1936, en áreas de consideradas prístinas a pesar de haber sido habitadas por el ser humano durante unos 10.000 años.

A mediados del siglo XX, A. Leopold, cazador, forestal y naturalista norteamericano y considerado hoy padre de la Ecología de la Conservación, propone una "Ética de la Tierra", en la que el ser humano debe dejar de considerar la tierra como de su propiedad para pasar a considerarse a sí mismo como parte de una comunidad que incluye al suelo, el agua, las plantas y los animales. En la Argentina, la creciente preocupación por la degradación y pérdida de nuestros bosques lleva a la promulgación de la Ley 13.273, que incorpora los conceptos de "tierra forestal" y de "defensa, mejoramiento y ampliación de los bosques.



**Figura 2.** Relación del número de artículos sobre conservación, restauración, manejo sustentable y servicios ecosistémicos del bosque entre Norteamérica y Sudamérica (Scopus, 2002-2016).

Los investigadores nos formamos en un paradigma asociado a la colonización europea, sus métodos de cultivo y especies domesticadas de plantas y animales. La propuesta académica de transformación del bosque en sistemas intensivos se nutre en un modelo de un hombre dissociado de la naturaleza, con una visión jerárquica de la sociedad y antagónica entre el sector productivo y el ambiente como base del desarrollo (Daily 1996). Esta propuesta es muy lejana de la imaginada por Marsh (1965) y Leopold (1949) de un mayor contacto entre el ser humano y su entorno natural.

Este camino, consolidado mediante nuestra educación, investigación, legislación y administración forestal, conduce a la confrontación con comunidades rurales, pobladores y productores, y a su exclusión de los procesos de regulación sobre el uso del suelo (Fairhead y Leach 1996, Nylund y Gowda 2011). Por este camino, nos alejaremos cada día más de la posibilidad de desarrollar una "Ética de la Tierra".

## Referencias

- Willis B. 1914. El norte de la Patagonia. Informe de la Comisión de estudios hidrológicos. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Ferrocarriles, Buenos Aires.
- Daily GC. 1996. Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems. Island Press. Washington DC, USA. pp. 215-235.
- Fairhead J., Leach M. 1996 Misreading the African landscape. Society and ecology in a forest-savanna mosaic. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Gowda JH. 2010a. La ilegalidad institucionalizada. Principal enemigo de nuestros bosques. Cap.I. Noti Forestal 217: 5-7.
- Gowda JH. 2010b. La ilegalidad institucionalizada, principal enemiga de nuestros bosques. Noti Forestal 217: 9-14.
- Gowda JH 2013. ¿Qué protegemos y qué deberíamos proteger con la ley de bosques? Aportes para la primera revisión del ordenamiento territorial de los bosques de Río Negro. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes 4(2): 46-62.
- Leopold A. 1949. A Sand County Almanac. Part III A Land Ethic.
- Marsh PG. 1865. Man and nature Part 1: The woods (third edition, 1971). US Congress Library, Washington DC.
- Mooney AH, Ehrlich P. 1996. Ecosystem services: a fragmented history. En: Daily GC (Ed.). Nature's services. Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press. Washington DC. pp. 11-19.
- Myers N. 1996. The world's forests and their ecosystem services. En :Daily GC (Ed.)- Nature's services. Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press. Washington DC, pp. 215-235.
- Nylund J.E., Gowda, J.H. 2011. Forestry legislation, stimulating or discouraging forest owners? Forest ideas. Publishing House of the Faculty of Forestry, Sofia. 16: 100-106.

## El valor cultural y ecológico de las plantas combustibles en dos comunidades rurales de la estepa de Chubut

Daniela Morales<sup>1\*</sup>, Soledad Molares<sup>2</sup>, Ana Ladio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, FONCyT; <sup>2</sup> CIEMEP, CONICET, Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel; <sup>3</sup> INIBIOMA, CONICET, UN del Comahue.

\*Autor de correspondencia: [danielavanmorales@gmail.com](mailto:danielavanmorales@gmail.com)

### Resumen

El aprovechamiento de las especies leñosas para fines combustibles en la estepa patagónica implica un disturbio continuo sobre la flora a nivel regional. El objetivo de este trabajo fue analizar las características botánico-ecológicas de las plantas preferidas para leña por pobladores rurales de Costa del Lepá y Gualjaina (Chubut) relacionadas con su tolerancia a la extracción. La información etnobotánica fue colectada a partir de enlistados libres, entrevistas y talleres participativos con el fin de relevar la riqueza de las plantas combustibles, las especies preferidas y sus atributos. Las características botánicas y ecológicas de las plantas fueron estudiadas a partir de una revisión bibliográfica. Se registró una totalidad de 28 especies combustibles obtenidas por recolección, de las cuales se destacaron 8 especies preferidas para uso leñero. Se registró mayor preferencia por plantas nativas (62,5 %) que exóticas (37,5 %). Las especies preferidas fueron *Schinus johnstonii* "molle" (48,5 %), *Salix* sp. "sauce" (27,3 %), *Populus alba* "álamo paleado" (15,1 %), *Retanilla patagonica* "barba chivo" (6,1 %), *Berberies mycophylla* "calafate" (3,0 %), *Ochetophila trinervis* "chacay" (3,0 %), *Prosopis denudans* var. *patagonica* "algarrobillo" (3,0 %) y *Ulmus minor* "olmo" (3,0 %). En dichas plantas se evidenciaron algunas particularidades ecológicas, tales como la fijación de nitrógeno (32,5 % de las especies), la regeneración por rebrote (50,0 %) y la alta adaptabilidad a variadas condiciones climáticas y edáficas (62,5%), las que podrían resultar en notables ventajas en la respuesta al disturbio y, en consecuencia, a la sustentabilidad de la práctica de recolección. La mayoría de estas especies presentan además alta versatilidad utilitaria (i.e. melífera, medicinal, comestible, material de construcción) lo que las convierte en recursos multipropósito. Las características ecológicas de las especies leñateras preferidas, sumado a su importante valor cultural, podrían ser criterios claves para la selección de especies en los programas forestales para el desarrollo de montes leñeros. Este enfoque intenta fortalecer la integración de prácticas tradicionales y técnicas agro-forestales, a fin de promover la sustentabilidad ecológica y social de las comunidades rurales de la estepa de Chubut.

**Palabras claves:** montes leñeros, integración, sustentabilidad.

### Introducción

Las plantas son fundamentales para la supervivencia de numerosas poblaciones en todo el mundo dado que, entre muchos otros usos, proporcionan alimentos, medicinas, madera, tinturas y son combustible para calefacción y cocción de alimentos. Las prácticas de selección y uso diferencial de las especies se incluyen en el cuerpo de conocimientos botánicos de cada población, siendo parte fundamental de su patrimonio bio-cultural al reflejar sus historias y sistemas de creencias (Toledo 1992).

En la estepa patagónica hay una gran población rural de origen criollo y mapuche que tradicionalmente utiliza los recursos vegetales y que ha desarrollado numerosas estrategias para contrarrestar su escasez (Ladio & Lozada 2004). La mayoría de estas poblaciones depende de las plantas combustibles, las cuales son seleccionadas principalmente del territorio habitado (Cardoso et al. 2015). Diversos estudios dan cuenta de que la selección de plantas combustibles se basa en la valoración de determinados atributos (Tabutia et al. 2003; Chettri & Sharma 2007), los cuales se corresponden estrechamente con el poder calorífico, facilidad de ignición y producción de brasas de

larga duración, y están asociados a consideraciones ecológicas y culturales (Ramos et al. 2008; Cardoso et al. 2015).

Numerosos autores (ej.: Citarella 1995; Armesto et al. 2010) reconocen que las culturas patagónicas tradicionales han desarrollado prácticas de uso de los recursos naturales con un fuerte sentido de respeto por la vida, lo cual puede ejemplificarse con el principio de reciprocidad que implica no solo la extracción moderada, sino también el favorecimiento de las condiciones de crecimiento luego de su aprovechamiento. Es por esto que estimamos que determinadas características biológicas de las plantas tales como la capacidad de rebrote, la adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y edáficas, entre otras, pueden ser valoradas y aprovechadas en el marco de esta cosmovisión que integra cultura y ambiente (Molares & Ladio 2012).

Sin embargo, el empobrecimiento de las familias campesinas, las escasas alternativas energéticas, la baja aislación térmica de las viviendas y la ausencia de estufas eficientes, han dado lugar a una alta presión de uso de los recursos leñeros silvestres. Estos procesos, junto a otros como el sobrepastoreo, implican un disturbio constante sobre la flora leñosa, derivando consecuentemente en daños importantes tales como erosión, pérdida de materia orgánica del suelo, y degradación de algunas especies nativas vegetales.

La implementación de montes leñeros podría ser una estrategia viable que contribuya a la atenuación de estos daños, complementando las prácticas tradicionales de aprovisionamiento (Izquierdo et al. 2009). Estas plantas cultivadas podrían ofrecer múltiples beneficios tales como la recuperación de la fertilidad edáfica, la atenuación de condiciones climáticas extremas y la disminución de erosión. Además, los montes leñeros podrían proveer diversos recursos alternativos al combustible en estadios previos al de la corta (i.e., tintóreos, medicinales, comestibles, melíferos, materiales de construcción) (Izquierdo et al. 2009).

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue analizar las características botánico-ecológicas de las plantas preferidas para leña por pobladores rurales de Costa del Lepá y Gualjaina (Chubut) relacionadas con su tolerancia a la extracción, como así también su versatilidad utilitaria.

### **Materiales y Métodos**

El área de estudio se localiza en la meseta patagónica del noroeste de la Provincia de Chubut, en la localidad de Gualjaina (42°4'S y 70°32'O) y en el Paraje Costa del Lepá (42°34'S y 71°03'O) del departamento de Cushamen, y está circundada por los ríos Lepá, Gualjaina y Chubut. La localidad de Gualjaina cuenta con 1183 habitantes (INDEC 2010), en tanto que en el Paraje Costa del Lepá habitan alrededor de 84 familias (Municipalidad de Gualjaina 2015, comunicación personal). La mayor proporción de dichos habitantes son mapuche-tehuelches y criollos (ECPI 2007) y sus actividades económicas se basan principalmente en la cría de ganado ovino y caprino. Estas comunidades se localizan en ambientes caracterizados por estepas gramino-arbustivas. La precipitación media anual en la región es de aproximadamente 119 mm., y las temperaturas fluctúan entre 17,5 °C en verano y 2,6 °C en invierno (Mereb 1990).

Para la realización de la presente investigación, en primer instancia se obtuvo el consentimiento previamente informado de 33 familias rurales. La información etnobotánica fue colectada a partir de enlistados libres, entrevistas y talleres participativos con el fin de conocer la riqueza de las plantas combustibles utilizadas por los pobladores, las especies preferidas y sus atributos.

La riqueza de especies y familias botánicas se estimó a través de la sumatoria de especies mencionadas por el total de informantes. El origen biogeográfico y formas de vida de las especies siguió al catálogo de las plantas vasculares del Instituto Darwinion. El consenso de uso (CU) del total de especies leñateras fue calculado teniendo en cuenta la frecuencia de citas de cada especie en relación al total de informantes, y expresado en términos de porcentaje (Molares & Ladio 2012). Del total de especies se distinguió a aquellas reconocidas por los pobladores como especies preferidas

para leña, para las se estimó un valor de preferencia calculado como frecuencia relativa (Ramos et al. 2008).

Las características botánicas y ecológicas que favorecen la tolerancia de las especies preferidas a la corta para leña, tales como el tipo y la facilidad de propagación, la capacidad de rebrote, la fijación de nitrógeno y la adaptabilidad a diferentes condiciones de clima y suelos fueron estudiadas a partir de una revisión bibliográfica.

Se analizó la versatilidad utilitaria de las especies preferidas como una medida de importancia cultural y valor para su inclusión en los planes de instalación de un monte leñero, mediante la fórmula  $UVi = \sum UVsi/ni$  (Phillips & Gentry 1993), donde  $UVsi$  es el número de usos registrados por un informante  $i$  para la especie  $s$ , y  $ni$  es el número de pobladores que mencionan la especie  $i$ .

## Resultados

### Las especies combustibles

Las comunidades estudiadas recolectan un total de 28 especies combustibles, las que están distribuidas en 24 géneros y 14 familias botánicas. El 75,0 % de estas plantas son nativas, siendo en su totalidad arbustivas, en tanto que el 25% restante son arbóreas exóticas. Las especies con mayor consenso de uso son: *Salix* sp. (87,9 %), *Schinus johnstonii* (78,8 %), *Populus alba* (54,5 %) y *Nassauvia axillaris* "uña de gato" (54,5 %).

Entre la totalidad de plantas combustibles, ocho especies se mencionan como las más preferidas, siendo *S. johnstonii* (48,5%), *Salix* sp. (27,3%), y *P. alba* (15,1%), las que presentan mayores valores de preferencia, en coincidencia con los consensos de uso (Tabla 1). Los motivos explicitados por los pobladores en relación a la preferencia se refieren al alto poder calórico, a la larga duración de sus brasas, a la facilidad de recolección y a la poca emisión de humo. De la totalidad de especies preferidas el 62,5 % son arbustos nativos, en tanto que el 37,5 % son árboles exóticos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características ecológicas y culturales de las especies leñateras preferidas por los pobladores de Costa del Lepá y Gualjaina, provincia de Chubut, Argentina

Especies	Familia	OB	H	R	FN	Adaptabilidad climática-edáfica	CU (%)	VP (%)	UVi
<i>Berberies mycophylla</i>	Berberidaceae	N	Arb.	V-S	No	Alta	27,3	3	1
<i>Ochetophila trinervis</i>	Rhamnaceae	N	Arb.	S	Si	Alta	21,2	3	1,1
<i>Populus alba</i>	Salicaceae	E	A	V-S	No	Alta	54,5	15,1	1,4
<i>Prosopis denudans</i> var. <i>patagonica</i>	Fabaceae	N	Arb.	S	Si	Baja	15,2	3	1
<i>Retanilla patagonica</i>	Rhamnaceae	N	Arb.	S	Si	Baja	15,2	6,1	1
<i>Salix</i> sp.	Salicaceae	E	A	V-S	No	Alta	87,9	27,3	1,5
<i>Schinus johnstonii</i>	Anacardiaceae	N	Arb.	S	No	Baja	78,8	48,5	1,2
<i>Ulmus minor</i>	Ulmaceae	E	A	V-S	No	Alta	3	3	2

Referencias: OB= Origen biogeográfico (N=nativa, E=Exótica); H= hábito de crecimiento (Arb.= arbusto, A= árbol); R= Reproducción (V= vegetativa, S= semilla); FN= fijadora de nitrógeno; CU=consenso de uso; VP=Valor de preferencia; UVi=Versatilidad utilitaria.

Las plantas combustibles preferidas por los pobladores presentan algunas particularidades que propician su propagación, el restablecimiento de su cobertura vegetal y la recuperación de las

condiciones edáficas luego de la extracción. Entre estas particularidades se registró la capacidad de fijación de nitrógeno (especies de Rhamnaceae y Fabaceae; 32,5 % del total de especies); la reproducción vegetativa (50,0 % del total); y la alta adaptabilidad a variadas condiciones climáticas y edáficas (62,5 % de las especies), aún en sitios con problemas específicos como salinidad y anegamiento del suelo. De esta manera estas especies exhiben alta plasticidad ecológica lo cual redundará en una mayor disponibilidad para su uso (Tabla 1).

#### *Los usos alternativos de las especies leñateras preferidas*

Todas las especies preferidas presentan usos alternativos al combustible. Entre los usos más significativos se destacan el melífero (100 % de las especies), el forrajero (62,5 %), el estructural (37,5 %) y la provisión de reparo frente al viento y el frío (37,5 %). En menor medida se mencionan el uso comestible (25,0 %), medicinal (25,0 %) y tintóreo (25,0 %).

Las especies combustibles con mayor versatilidad utilitaria (**UVi**) fueron las exóticas *Ulmus minor* "olmo" (**UVi**= 2; material de construcción, reparo y melífera), *Salix* sp. (**UVi**=1,5; material de construcción, melífera, forraje y reparo) y *P. alba* (**UVi**=1,4; material de construcción, reparo y melífera) (Tabla 1).

#### **Discusión**

Los pobladores de Costa del Lepá y Gualjaina mencionaron el uso total de 28 especies leñateras, aunque sus preferencias locales estuvieron acotadas a 8 especies, entre las que predominaron las especies nativas, tal como ha sido reportado en otros lugares del mundo (Ramos et al. 2008).

*Salix* sp. y *S. jhonsttoni* son las especies con mayor consenso de uso en términos generales, aunque entre estas, la nativa *S. jhonsttoni* es la más preferida para ser usada como leña dado su alto poder calórico y por la producción de brasas de larga duración. Estos datos coinciden con los reportados por Cardoso et al. (2015) para otras poblaciones de la Patagonia extra-andina. Otra especie altamente preferida es la exótica *P. alba*, lo que se debe a su elevada accesibilidad y disponibilidad, característica compartida con *Salix* sp.

Por otro lado, las especies preferidas presentan atributos tales como rápido crecimiento, alta adaptabilidad a condiciones climáticas y edáficas, capacidad de rebrote y de fijación de nitrógeno, lo que aumenta la eficiencia en la captación de nutrientes. Todo esto les otorga a dichas especies importantes ventajas frente al disturbio continuo que implica su aprovechamiento como leña. Además, y especialmente en el caso de *P. alba* y *Salix* sp., el rápido recubrimiento del suelo por la estimulación de la ramificación que se genera en respuesta al corte, especialmente cuando éste se realiza en el invierno e inicio de la primavera, acelera la recuperación de los ecosistemas dañados, disminuyendo los problemas de erosión y favoreciendo las condiciones físicas y nutricionales del suelo (Kuzovkina & Quigley 2005).

El valor multipropósito de las especies preferidas les otorga un valor cultural diferencial. Es de destacar que el 100% de las plantas preferidas mencionadas son melíferas, aspecto que manifiesta un creciente interés entre las comunidades rurales locales por su potencial productivo (Ing. Lima 2016, comunicación personal), al mismo tiempo que es una actividad que puede generar ingresos monetarios en la etapa de desarrollo previa a la de la corta de leña.

Todas estas particularidades ecológicas y culturales de las plantas combustibles son puntos críticos a considerar en la selección de especies para la implementación de montes leñeros de especies nativas y exóticas.

#### **Conclusiones**

Los saberes locales concernientes a las plantas combustibles son indispensables para la elaboración de programas de montes leñeros dado que incluyen información detallada sobre las especies con mejores cualidades en términos de su tolerancia a la extracción continua, de su aporte al control de la erosión y de su valor cultural.

En base a los resultados obtenidos se recomienda la instalación de montes leñeros de especies nativas y exóticas basados en algunas particularidades ecológicas tales como los mecanismos de rebrote, la alta adaptabilidad a condiciones climáticas y edáficas y la fijación de nitrógeno. Además, sería importante diseñar un manejo de múltiple propósito para las especies tendiente a un aprovechamiento gradual y diversificado de los productos en los distintos estadios de desarrollo, lo que podría proporcionar una amplia gama de servicios a las comunidades rurales.

Consideramos que la implementación de plantaciones con fines energéticos en la proximidad de las casas y su manejo según criterios consensuados entre pobladores y técnicos, redundará en su apropiación y valorización por parte de la comunidad y disminuirá la presión de recolección de especies nativas en el ámbito silvestre. En este sentido, resulta fundamental generar planes de uso sustentable con mayor sensibilidad cultural.

### Agradecimientos

Queremos agradecer profundamente a los pobladores de las comunidades de Costa del Lepá y Gualjaina por su predisposición y ayuda, y por compartir sus conocimientos y experiencias. Este estudio fue financiado por el PICT 2012-1073 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

### Bibliografía Citada

- Armesto J, Smith-Ramirez C, Rozzi R. 2010. Conservation strategies for biodiversity and indigenous people in Chilean forest ecosystems. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 31:865-877.
- Cardoso B, Ladio A, Dutrus S, Lozada M. 2015. Preference and calorific value of fuelwood species in rural populations in northwestern Patagonia. *Biomass and Bioenergy* 81: 514-520.
- Chettri N, Sharma E. 2007. Firewood value assessment: A comparison on local preference and wood constituent properties of species from a trekking corridor, West Sikkim, India. *Current Science* 92: 1744–1747.
- Citarella L.. 1995. *Medicinas y Culturas en La Araucanía*. Santiago, Chile: Editorial Sudamericana.
- ECPI. Encuesta Complementaria de Pueblos Indígenas. 2007. Complementaria del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. 2001,2004-2005. Disponible en: [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)
- INDEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010. Disponible en [www.censo2010.indec.gov.ar](http://www.censo2010.indec.gov.ar)
- Izquierdo F, Velasco V, Abdel N. 2009. Montes leñeros y cortinas de reparo en la región sur de Río Negro. *Boletín de divulgación*. Ed INTA.
- Kuzovkina Y, Quigley M. 2005. Willows beyond wetlands: uses of *Salix L.* species for environmental projects. *Water, Air, and Soil Pollution*, 162: 183-204.
- Ladio A, Lozada M. 2004. Patterns of use and knowledge of wild edible plants from distinct ecological environments: a case study of a Mapuche community from NW Patagonia. *Biodiversity and Conservation* 13:1153–1173.
- Mereb M. 1990. Caracterización climatológica de los valles superior y medio del río Chubut. Dirección general de estudios y proyectos. Hidrometeorológico principal. Ministerio de economía, obras y servicios públicos. Provincia de Chubut. 282p.
- Molares S, Ladio A. 2012. Mapuche perceptions of Andean *Nothofagus* forests and their medicinal plants: a case study from a rural community in Patagonia, Argentina. *Biodiversity and Conservation* 2012, 21:1079–1093.
- Phillips O, Gentry, A. 1993. The useful plants of Tambopata, Peru: I statistical hypothesis test with a new quantitative. *Economy Botanic* 47:15–32.
- Ramos M, Medeiros P, Almeida A, Feliciano A, Albuquerque U. 2008. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of Caatinga vegetation. *Biomass Bioenergy* 32:503-509.
- Tabutia J, Dhilliona S, Lyea K. 2003. Firewood use in Bulamogi County, Uganda: species selection, gathering and consumption patterns. *Biomass and Bioenergy* 25: 581 – 596.
- Toledo V. 1992. What is ethnoecology? Origins, scope and implications of a rising discipline. *Ethnoecologica* 1: 5-21. Toledo V. 1992. What is ethnoecology? Origins, scope and implications of a rising discipline.

## Sitio Piloto Bosque Andino Patagónico: un estudio de caso del Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación

Estela Raffaele<sup>1\*</sup>, Alejandra E. Moreyra<sup>2</sup>, Gerardo Finster<sup>3</sup>, Jorgelina Franzese<sup>1</sup>, Javier Grosfeld<sup>4</sup>, Soledad Caracotche<sup>5</sup>, Claudia Arosteguy<sup>5</sup>, Axel von Mueller<sup>6</sup>, Vivian Postler<sup>3</sup>, Facundo Oddi<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Ecotono, INIBIOMA, CONICET - Universidad Nacional del Comahue; <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Prospectiva y Políticas Públicas, INTA; <sup>3</sup>Subsecretaría de Bosques e Incendios de la Provincia de Chubut; <sup>4</sup>CCT Patagonia Norte, CONICET - Universidad Nacional del Comahue; <sup>5</sup>Delegación Regional Patagonia, Administración de Parques Nacionales; <sup>6</sup>EEA Esquel, INTA; <sup>7</sup>IRNAD, Universidad Nacional de Río Negro

\* Autor de correspondencia: [estelaraffaele@gmail.com](mailto:estelaraffaele@gmail.com)

### Resumen

Frecuentemente la degradación de la tierra es analizada solamente como un proceso biofísico o ambiental, pero tiene también causas y consecuencias sociales. Actualmente, este problema es abordado por el Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación que con sus 17 sitios pilotos forma una Red de Monitoreos y Evaluación a nivel Nacional. En cada uno de estos sitios se identifican problemas, consecuencias y posibles respuestas frente a fenómenos de desertificación y degradación de la tierra. En esta reunión presentaremos una de las áreas de monitoreo del Sitio Piloto denominado Bosque Andino Patagónico (Reserva Forestal de Usos Múltiples Lago Epuyén, Pcia. de Chubut), donde un grupo multidisciplinario de profesionales que representa a diferentes Instituciones, está monitoreando los efectos que producen las plantaciones adultas de pinos, muchas de las cuales fueron afectadas por incendios recurrentes de grandes magnitudes (1987, 1999, 2012 y 2015). Entre medio de estos incendios las diferentes especies de pinos invadieron la zona convirtiéndola en tierras improductivas. La degradación de estos ambientes propiciada por el ciclo de “fuego-invasión-fuego” tiene profundas consecuencias sobre la comunidad local y el ambiente. Los primeros resultados muestran que en los últimos 25 años, los fuegos recurrentes asociados a la invasión de pinos aumentan la cantidad de tierras improductivas, afectan la dinámica de los bosques nativos, exponen a la población local a peligros amplificadas y obstaculizan el desarrollo de las actividades económicas que la sostienen. Su vínculo y dependencia con el ambiente para las actividades que los sustentan, hace a estos pobladores altamente vulnerables al riesgo de incendios al que están expuestos.

### Introducción

En un contexto de cambio global, las consecuencias de los procesos de invasión de las coníferas exóticas en el hemisferio sur han causado importantes cambios en las comunidades naturales, y en muchos casos están impactando sobre las poblaciones rurales locales. La expansión de las especies invasoras afecta la abundancia, distribución, viabilidad y funciones ecológicas de las especies nativas, la estructura y función de los ecosistemas, altera los hábitats y puede resultar en cambios irreversibles como la extinción de especies y deterioro extremo de hábitats (Davis 2009). A estos daños ecológicos se agregan inmensas pérdidas económicas a la producción agropecuaria y forestal.

Los resultados de un estudio reciente sobre la invasión de pináceas en el hemisferio sur, indican que los hábitats afectados por fuego son invadidos en mayor medida y más tempranamente por especies de pinos serótinos, en comparación a los hábitats no quemados (Franzese & Raffaele, en revisión). Estas especies almacenan en la copa al menos una parte de las semillas producidas anualmente, que son liberadas de forma masiva después de la ocurrencia de un incendio. De esta manera, las especies serótinas maximizan la disponibilidad de semillas cuando las condiciones para el establecimiento son las más favorables. Varias especies de pinos (incluyendo especies serótinas) han sido plantadas en diversas zonas de la Patagonia. En varias localidades, se encontraron altos niveles de invasión lo que pone en evidencia el riesgo de que los pinos incrementen el régimen de

fuego, creando un mecanismo de retroalimentación y de interacción fuego-invasión de impredecibles consecuencias ambientales y sociales.

Un ejemplo actual de plantaciones de pinos quemadas, con posterior invasión de pinos que luego se volvieron a quemar e invadir ocurre la Reserva de Usos Múltiples Lago Epuyén, Pcia. de Chubut. En esta región se encuentran plantaciones adultas de pino radiata, oregón y murrayana. Muchas de ellas fueron afectadas por incendios de grandes magnitudes; por ejemplo el incendio de 1987 afectó 8100 ha, de las cuales aproximadamente 4000 ha volvieron a incendiarse en el año 2012. Durante los sucesivos incendios las diferentes especies de pinos invadieron la zona convirtiéndola en tierras improductivas. Esta zona fue seleccionada por el Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras ([www.desertificacion.gob.ar](http://www.desertificacion.gob.ar)), como uno de los sitios Pilotos para estudiar el deterioro ambiental y socioeconómico que está ocurriendo en ese lugar. En cada uno de los 17 sitios Pilotos que lo conforman se identifican problemas, consecuencias y posibles respuestas frente a fenómenos de desertificación y degradación de la tierra.

En este trabajo presentamos el sitio Piloto denominado Bosque Andino Patagónico, donde un grupo multidisciplinario formado por diferentes Instituciones (INIBIOMA, INTA, Subsecretaría de Bosques de la Pcia. de Chubut, CCT Patagonia Norte, Parques Nacionales, Universidad Nacional de Río Negro), está monitoreando los efectos que producen las plantaciones adultas de pinos, muchas de las cuales fueron afectadas por incendios recurrentes. Las zonas incendiadas presentan un alto grado de degradación, riesgo de invasión de pinos y recurrencia de incendios, lo que obstaculiza el desarrollo de las actividades económicas. La Reserva representa una oportunidad única para estudiar escenarios donde han coexistido en distintos momentos bosques nativos, asentamientos humanos, pastoreo, fuego, plantaciones e invasión.

En este estudio se presentan los primeros resultados sobre el monitoreo de la invasión de pino radiata luego del incendio de 2012 y 2015 y una breve caracterización socio económica de la población local. También mostramos la eficiencia de distintas técnicas de control de la invasión post-fuego en parcelas permanentes, algunas de ellas restauradas con especies arbóreas nativas con el fin, entre otros, de orientar las tareas de restauración que realiza la Subsecretaría de Bosques.

### Sistema de Estudio

El Sitio Piloto se encuentra dentro de la Reserva Forestal de Uso Múltiple Lago Epuyén localizada al noroeste de Chubut, entre las localidades de El Hoyo y Epuyén. La Reserva fue creada en 1964 como una reserva provincial de utilidad económica, excluyendo de la misma las superficies ocupadas por pobladores. El decreto de su creación le confiere a la Dirección General de Bosques y Parques las facultades de autoridad técnico-administrativa de la reserva y a la población que la habita, unas 20 familias, le reconoce su calidad de ocupantes legales o propietarios (a los que se asientan en el lugar desde antes de su creación) (CFI et al. 1999). Hacia fines del 2010 a través de un programa del INAI, el Estado reconoció los derechos de una comunidad mapuche en la Reserva, sobre tierras de propiedad colectiva. Son tierras comunitarias que han sufrido el incendio del 2012.

Esta Reserva abarca sectores representativos de los ecosistemas andino-patagónicos, contiene cuerpos de agua, y alberga especies en peligro de extinción como el alerce (*Fitzroya cupressoides*). Las principales actividades de su población son la agroganadera, forestal y turística. La mayor parte de la Reserva está representada por bosques nativos dominados por ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y especies de *Nothofagus*. La historia de la creación de la Reserva se relaciona de forma directa con la historia de fuego del área. En el año 1949 se estableció un Cuartel Forestal en la zona del Lago Epuyén con el objetivo de realizar un aprovechamiento forestal que generara empleo favoreciendo el desarrollo económico local. Sin embargo, gran parte del Cuartel fue afectado por los incendios sucedidos en los años 1944, 1960 y 1963, lo que limitó el aprovechamiento forestal a gran escala. La Reserva fue creada con el objeto de proteger y recuperar las condiciones productivas de dicha unidad sin interferencias de carácter jurisdiccional. En este marco se define y se pone en marcha un plan de reforestación con especies exóticas a largo plazo. Recién en el año 1999, se formuló de

manera participativa el Plan Estratégico de Manejo y se conformó el Consejo Consultivo, ámbito en el que los pobladores discuten las acciones a llevarse a cabo en la Reserva. La combinación de los distintos incendios y el uso y manejo de estas tierras condujo a la situación actual que se presenta como un mosaico de plantaciones adultas de pino radiata, oregón y murrayana (la mayoría quemadas), áreas aisladas de bosque nativo y matorrales, y áreas ampliamente invadidas por regeneración espontánea de pino.

## Métodos

### *Parcelas de control de la invasión y restauración*

En el año 2013, en un sector de 1ha de plantación, luego de extraer de la parcela los árboles quemados, se removió manualmente la invasión y se plantaron 500 cipreses de 3 años de edad. En otro sector quemado e invadido de la reserva se cortó al ras con motoguadaña la invasión. En ambos sitios se midió la densidad y la altura de los pinos antes y después del control. También se midió la altura de los cipreses plantados en el sector restaurado. Los muestreos se llevaron a cabo en el verano de 2014 y 2016.

### *Encuestas*

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a informantes claves; se aplicó una encuesta a un 70% del universo de pobladores identificado, a partir de la cual se construyeron indicadores socio-económicos que permitieron realizar el monitoreo. En particular, el indicador de Ingresos se construyó comparando los ingresos totales con el Salario Mínimo, Vital y Móvil (SMVM), agrupando por rangos de acuerdo a si los ingresos anuales quedan por debajo, igual o de acuerdo a cuantas veces supera al SMVM. Éste último dato está disponible en la página oficial del Ministerio de Economía de la Nación.

## Resultados

### *Parcelas de control de la invasión y restauración*

Una única remoción manual disminuyó en dos órdenes de magnitud la invasión (Tabla 1). Si bien esta técnica no fue una medida 100% efectiva de control, si fue más efectiva que el corte con motoguadaña donde se registró un abundante rebrote de los pinos cortados (Tabla 1). En el sector restaurado la altura promedio de los cipreses en el 2014 fue similar a la de los pinos reclutados después del control (35 cm aprox.). En el 2016, los pinos superaron ampliamente la altura de los cipreses (50 cm), alcanzando una altura máxima de 3 metros.

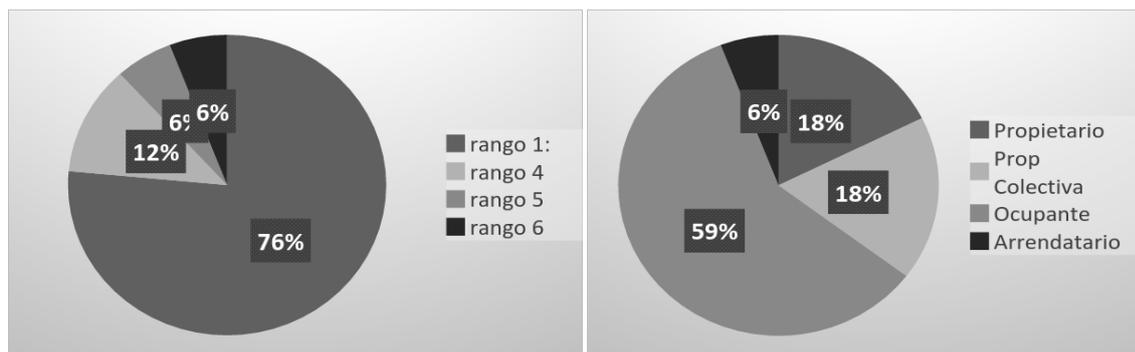
**Tabla 1.** Densidad de pinos antes y después de aplicar 2 técnicas de control de la invasión

Tipo de control de la invasión	Densidad (ind/ha)	
	Antes del control	3 años después del control
Remoción manual	465.000	4.808
Corte con motoguadaña	552.000	222.000

### *Encuestas*

Los resultados se utilizaron para el cálculo de indicadores socio-económicos, siendo los más relevantes para comprender el conflicto socio-ambiental que el fuego y la invasión de pinos representan, los que nos permite ver el nivel de ingresos en relación a la fuente de los mismos.

El 76 % de los pobladores están por debajo del SMVM, indicado por el rango 1 en la Fig. 1.



**Figura 1.** Distribución de porcentajes de población por rangos de ingreso anual (A) y por tenencia de la tierra (B).

La situación de tenencia de tierras (Fig. 1B) es muy heterogénea dado que es el resultado del proceso histórico de asentamientos y la planificación del territorio a partir de su declaración como Reserva Forestal. Este indicador no permite ahondar en los conflictos vinculados entre vecinos e instituciones ni sobre su incidencia sobre el problema de los incendios. Sí muestra un aspecto de la vulnerabilidad de los pobladores relacionada con la condición precaria respecto de la seguridad jurídica sobre las tierras que habitan históricamente.

Los ingresos de varios de los pobladores se generan por el aprovechamiento de la madera de la reserva, a través de un sistema de solicitud de concesiones a la Subsecretaría de Bosques (SSB), administradora del aprovechamiento de la madera de la reserva en base a su Plan de Manejo. Estos pobladores viven en una superficie menor a la hectárea, porque en realidad sus actividades económicas son extraprediales, aprovechando parcelas de las masas forestales que quedan en pie y vendiendo el producto a los aserraderos de la zona. Otros tienen una relación laboral con la SSB a través de contratos, para limpiar caminos, reforestar, limpiar parcelas incendiadas, etc. Hay pobladores que hacen ganadería transhumante.

Por otro lado, estos pobladores y/o sus familiares generan ingresos durante el verano vendiendo panificaciones, dulces y verduras así como servicios de cabalgatas, caminatas y kayaks a los turistas o bien concesionando los fogones y campings instalados a orillas del lago Epuyén, o alquilando cabañas.

Los primeros resultados muestran que en los últimos 25 años, los fuegos recurrentes asociados a la invasión de pinos aumentan la cantidad de tierras improductivas, achicando año a año la base sobre la cual la población genera sus ingresos por la vía de la ganadería y el aprovechamiento maderero y también sobre el paisaje que es la base del atractivo turístico.

### Discusión y Conclusiones

*Impactos Ambientales.* Aproximadamente el 90 % del Sitio Piloto ha sufrido tres incendios de gran magnitud en una ventana temporal de 29 años. La mayoría de las plantaciones incendiadas se convirtieron en focos de invasión, convirtiendo a este lugar en una de las primeras evidencias que muestran el proceso de invasión sobre un lugar que había sido invadido y quemado anteriormente. La invasión de pinos aumentaría el impacto negativo del fuego debido al incremento de combustible y a la interferencia que produce en la regeneración post-fuego de las comunidades nativas. El impacto económico que ocasiona el efecto sinérgico del fuego e invasión puede ser muy grande y difícil de cuantificar, principalmente porque las áreas quemadas e invadidas serán cada vez más degradadas y con un alto riesgo de incendio.

Los ensayos de restauración y control de invasión son costosos pero necesarios para poder seleccionar las metodologías más eficaces con el fin de poder reproducirlas a una escala mayor. Si bien la remoción manual redujo significativamente la densidad de pinos, esta técnica debería aplicarse varias veces en el tiempo para que el control de invasión y la restauración sean exitosos.

*Impactos socio-económicos:* Las fuentes de ingresos de la población han sido puestas en crisis por la disminución de la disponibilidad de madera para aprovechamientos y de espacios para el pastoreo, por el deterioro del paisaje y la inseguridad del visitante, bases de la actividad turística. La vulnerabilidad de la población frente al riesgo de incendios tiene diferentes aspectos como la dependencia de los recursos para el sustento, la pérdida o daño de la vida y/o pertenencias. La vulnerabilidad aumenta por la falta de infraestructura hídrica para almacenamiento de agua. El 100% de la población depende de agua captada de las vertientes para consumo doméstico y producción. Al no estar almacenada en tanques o cisternas y organizada la distribución, los hogares no cuentan con volúmenes disponibles para protegerse.

#### **Bibliografía Citada**

CFI, DGBYP, CIEFAP. 1999. Plan estratégico de manejo de la Reserva Forestal Cuartel Lago Epuén (Caracterización y Diagnóstico). Informe técnico.

Davis MA. 2009. Invasion ecology. Oxford University Press.

Franzese J & Raffaele E. Does fire promote pine invasion in introduced ranges of the Southern Hemisphere? Biological Invasion. *En revisión*.

## Los modelos de desarrollo forestal para el sector de la agricultura familiar en norpatagonia

Gabriel Stecher<sup>1\*</sup>, Ana Valtriani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Catedra de Extensión Rural, Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue;* <sup>2</sup>*Cátedra de Sociología Forestal y Extensión Rural, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de la Patagonia SJB – CIEFAP.*

\*Autor de correspondencia: [gabrielstecher@gmail.com](mailto:gabrielstecher@gmail.com)

### Resumen

En Patagonia los modelos de desarrollo forestal y sus estrategias de promoción han diseñado políticas para tipologías homogéneas, sin considerar los colectivos de características heterogéneas. A pesar de la existencia de diferentes líneas de promoción, los productores familiares forestales no se apropiaron de los instrumentos. Las causas que generan estos magros resultados son múltiples, y a pesar de ello estos sistemas presentan una eficiencia relativa en relación a otras tipologías. El objetivo de este trabajo es realizar un análisis crítico en relación a la intervención del estado en dos estudios de caso, en comunidades de Neuquén y Chubut, con el objetivo de comprender algunas causas internas y externas, que impactan en los resultados de las tasas de forestación, como el proceso por el cual han transcurrido estas comunidades y sus perspectivas en diferentes horizontes de planificación. Los modelos de desarrollo implementados con una mirada vertical y centralizado, la escala de producción, el cambio de uso de la tierra e históricos problemas de tenencia y distribución de las mismas, antiguas y nuevas prácticas de las comunidades, nuevas reestructuraciones en las relaciones sociales, son algunas de las posibles respuestas que impactan en el desarrollo forestal regional. Las perspectivas de las comunidades son complejas, y continúan vinculadas a contextos turbulentos y a la intervención del Estado.

**Palabras claves:** desarrollo, agricultura familiar, políticas forestales.

### Introducción

Los pueblos originarios, en Latinoamérica en general y en Argentina en particular, han sido víctimas de un proceso de invisibilización desde hace más de quinientos años, inicialmente durante el período colonial y luego de la conformación de los nuevos estados independientes. Los cambios ocurridos, tanto sociales como económicos, fueron acompañados de manera sistemática por campañas de exterminio y sometimiento a los cuales el pueblo mapuce no ha sido ajeno.

La campaña de exterminio denominada eufemísticamente “Campaña al Desierto”, que tuvo lugar a fines del siglo XIX, permitió la incorporación de las áreas habitadas por el pueblo mapuce a la estructura económica del Estado/ Nación argentino en formación. El resultado de esta expansión fue el reasentamiento de la población indígena sobreviviente en tierras marginales, adoptando una modalidad productiva caracterizada por la crianza de ganado menor (ovino y caprino) en forma extensiva (Balazote & Radovich 1992).

Actualmente, y a partir de los propios procesos de intervención, se han generado proyectos de diversificación basados en la incorporación de nuevas actividades, como por ejemplo la forestal. Los mismos han producido y continúan produciendo un alto impacto en las pautas socioeconómicas y culturales de los sistemas productivos y formas de organización comunitarias campesinas.

En la Patagonia, el bosque nativo, el cual representa una fase integral de los sistemas productivos de los pequeños productores de Norpatagonia, ha ido reduciéndose por diferentes causas como la colonización y los incendios. La introducción de la ganadería y la agricultura ha sido, a principios del siglo XX, la principal causa de pérdida de superficie. En estos últimos 50 años la superficie forestal de Patagonia ha sido la menos afectada en comparación con el resto del país.

La provincia con la mayor superficie de forestaciones y de bosque nativo es Neuquén abarcando 60.000 y aproximadamente 900.000 has respectivamente (500.000 en área provincial y 400.000 en jurisdicción de la APN). En la provincia del Chubut, la superficie forestada es de aproximadamente 33 mil ha, principalmente en la región noroeste y centro, con más de 50 años de intervención del Estado y con diferentes etapas de desarrollo y actores.

Con la expansión del modelo neoliberal y la consolidación de la globalización, característicos de los años '80 y '90, surgen en la escena regional movimientos etnicistas-campesinos que obligaron a colocar en la agenda política las reivindicaciones. Éstas contemplan aspectos complejos en los cuales se integraron conceptos que abarcan desde la recuperación de la tierra y el territorio, hasta el control de los recursos naturales, la dimensión ambiental y el manejo de la biodiversidad por parte de los pueblos indígenas, incorporando al debate la necesidad de recuperar el conocimiento local como base de un desarrollo sustentable (Escobar 2009).

La visibilidad adquirida durante este período creó las condiciones necesarias para que los pueblos originarios y las organizaciones campesinas comenzaran a intervenir en el contexto social y político de manera decisiva, en tanto se reconstituyeron como sujetos de derecho. La legislación vigente en relación a los pueblos originarios pondera la autodeterminación en su condición de pueblo preexistente, especialmente en referencia al uso y manejo de sus territorios. La influencia ejercida por las organizaciones muestra una nueva realidad ante las propuestas de desarrollo, generando notorios cambios en las políticas públicas. Si bien podemos integrar en modos de producción similares tanto a campesinos criollos como a comunidades mapuce, existen heterogeneidades (organizativas, ambientales, jurisdiccionales e históricas que hacen que los grupos afectados perciban y actúen de manera diferente frente a la ejecución de los proyectos y a las transformaciones que los mismos generan, en particular con propuestas del tipo forestal (Stecher 2011).

El objetivo de este trabajo, teniendo como base dos tesis doctorales (Valtriani 2008, Stecher 2011) es realizar un análisis crítico y reflexivo en relación a la intervención del estado en dos estudios de caso, en comunidades de Neuquén y Chubut, con el objetivo de comprender algunas causas internas y externas del desarrollo forestal, en las cuales la unidad de análisis es un sector de la agricultura familiar, con la complejidad y heterogeneidad del mismo.

### **Las comunidades en las provincias de Neuquén y Chubut. Resignificación del territorio**

La Provincia de Neuquén, como la de Chubut, posee una marcada particularidad dada por su componente interétnico, conformado por sujetos sociales que actualmente comparten el territorio con otros actores, y sometidos al modelo de producción capitalista dominante del silvonegocio. Por lo tanto resulta necesario interpretar las significaciones y enfoques que los sujetos, en tanto comunidades campesinas pertenecientes al sector de la agricultura familiar, realizan de sus espacios y territorios, ya sean éstos percibidos en dimensiones materiales o inmateriales (Mançano 2008). De esta manera en la estructura gubernamental, al igual que en otras regiones, continuó con la impronta de una visión reduccionista de la cuestión étnica, simplificando su enfoque desde una perspectiva únicamente agraria. Prevalció desde los planificadores políticos y técnicos una mirada homogénea de un conjunto social de ciertas características socioeconómicas y formas productivas determinadas (Díaz Polanco 1991).

A esta dinámica debemos sumar grupos campesinos que se integran a este proceso de re-etnización, adscribiendo a nuevas formas identitarias. Dicho proceso se grafica si comparamos que a fines de los años '70 el número de agrupaciones mapuce en Neuquén no superaba las 23 comunidades, mientras que actualmente asciende a más 60 (44 con reconocimiento jurídico y mas 20 comunidades registradas en el RENACI (Registro Nacional de Comunidades Indígenas-INAI) que no poseen reconocimiento jurídico por parte del Estado provincial. En Chubut las comunidades inscriptas en el Registro Provincial de Comunidades aborígenes son más de 80, según datos del INAI.

El contexto actual presenta un incremento de los conflictos y reivindicaciones étnico políticas y campesinas centradas en el reclamo del territorio, replicándose de igual manera también en grupos campesinos por la titularidad de sus tierras. Este proceso se incrementa a la vez que se manifiesta de forma progresiva la expansión de nuevas fronteras sean éstas del tipo forestal o inmobiliarias.

### **La dimensión del territorio indígena campesino**

Para analizar los cambios en el uso y acceso al territorio por parte de las comunidades campesinas, es necesario resignificar dicho concepto y el proceso de desterritorialización de las mismas. El territorio es un espacio apropiado y valorizado, de manera simbólica y/o instrumentalmente, por los grupos humanos. Por lo tanto, al momento de analizar las intervenciones de desarrollo en territorios de las comunidades campesinas deben analizarse enfoques con identidad cultural, valorando el conocimiento y la cultura local como un recurso presente a escala territorial. Desde esta mirada la identidad es creada y recreada permanentemente por los actores del territorio.

El empoderamiento sobre el territorio por parte de las organizaciones étnico-campesinas logró que el mismo fuera percibido por el resto del campo social, hecho que permitió modificar, de cierta manera, esa mirada paternalista cuyo universo rural estaba concentrado desde la visión técnica. En consecuencia comienza a primar el diseño de nuevas figuras tales como entidades territoriales, tierras comunitarias, territorios étnicos, territorios campesinos.

La construcción de un imaginario de productores como sujetos pasivos, (a) históricos o como tabulas rasas en términos de posesión de conocimientos empíricos, implica pensar que es posible subsumirlos a una única solución elaborada, ejecutada y representada solamente por soluciones cuya impronta es puramente técnica, donde la cultura y los valores sociales son desvalorizados.

Las iniciativas implementadas desde el Estado (nacional o provinciales), mediante el acceso a regímenes de promoción forestal, con el correr de los años dieron como resultado el incremento de la superficie plantada con especies exóticas, adscribiéndose principalmente empresas privadas agropecuarias nacionales y extranjeras, otras no tradicionales, vinculadas principalmente al sector energético y, en menor proporción pequeños productores, comunidades mapuce o criollas, alcanzando una superficie forestada en Neuquén y Chubut de aproximadamente 90.000 ha.

A partir de mediados de la década de los '80, consolidado el modelo de desarrollo forestal, se buscan nuevas formas de incentivo a fin de lograr la incorporación de los pequeños productores en el ciclo productivo forestal ya no sólo como mano de obra asalariada, sino asimilándolos como productores forestales en sus propios territorios.

Al igual que en otras actividades productivas, tales como la ganadería y la agricultura a gran escala, la propuesta forestal es implementada de acuerdo al modelo del silvonegocio. De esta manera la concepción técnica con la cual se ejecutan los planes forestales está basada en criterios puramente productivistas y en función de un futuro mercado aún incipiente y con un futuro incierto, y en su heterogeneidad posee cierta rentabilidad.

Un modelo pensado desde estas lógicas predeterminadas nos hace reflexionar si son compatibles o van en sentido contrario a las estrategias de pluriactividad típicas de las costumbres campesinas como forma de subsistencia. Los incentivos se encuentran reglamentados en leyes y sus beneficios se ajustan de manera diferencial de acuerdo a una tipología de productores determinada por los propios organismos intervinientes basada en pocas variables diferenciales, asemejando una homogeneidad social, cuando existen tres o cuatro categorías que presentan heterogeneidad al interior de las mismas. Sin embargo, a pesar de la existencia de distintas líneas de promoción los resultados de adopción por parte de los pequeños productores de la actividad forestal ha sufrido discontinuidades y su impacto no ha alcanzado los objetivos esperados, si bien tienen una eficiencia relativa en relación a las otras categorías. Si nos remitimos a las últimas estadísticas oficiales la superficie forestada en Neuquén, por parte de las comunidades mapuce o campesinas, sólo alcanzó al 2,8 %, y el de los pequeños productores privados menores a 50 hectáreas, al 2,5 % del total

plantado en la provincia (Consejo Federal de Inversiones 2009). Estos valores nos obligan a preguntarnos si sólo se trata de un rechazo a una propuesta de desarrollo, o la actividad encubre o recrea procesos asociados a modos de intervención puramente exógenos.

### Consideraciones finales

El Estado en sus diferentes dimensiones nacional, provincial o municipal, constituye un espacio decisivo no sólo como generador y regulador de políticas sino por su accionar y presencia de manera directa y tangible en el territorio con todas las contradicciones, tensiones y ambigüedades que el mismo implica.

La mirada homogénea por parte del Estado del campo social responde a un discurso construido desde posiciones hegemónicas que contribuyeron a invisibilizar a numerosos grupos sociales y, por lo tanto, a desconocer una diversidad sustentada en cosmovisiones diferentes que representan a los pueblos originarios, campesinos y como sector de la agricultura familiar.

Los marcos ideológicos lineales concebidos para formular las acciones de desarrollo pueden ser referenciados a problemáticas de clase, como por ejemplo, la de pobres rurales. Por lo tanto la praxis de intervención resulta acorde con un paradigma cuyo fundamento se basa en posicionar a dicho otro como "atrasado" que debe "modernizarse e integrarse" a un sistema productivo cuyas reglas de mercado imponen relaciones de tipo capitalista como hipótesis de desarrollo desde la modernización.

En forma recurrente, las diferentes formas de intervención, programas, proyectos o simplemente actividades de transferencia tecnológica han perseguido objetivos que no fueron completamente adoptados o internalizados como propios por parte de los productores pertenecientes a las comunidades mapuce campesinas en las áreas de estudio. En algunos casos dichas intervenciones fueron utilizadas como fundamento para reafirmar nuevas formas de dominación.

La sistemática negación de la diversidad con la cual se ocultó la verdadera composición pluriétnica de la sociedad argentina, adoptó nuevas dimensiones a partir de la génesis de conflictos producidos, precisamente, por nuevos planteos de relacionamiento interétnico surgidos de movimientos reivindicativos de carácter étnico, no sólo con énfasis en reafirmaciones del tipo cultural sino con un componente fuertemente explícito que se expresa en reclamos territoriales.

El avance del capitalismo agrario y la frontera agropecuaria caracterizó la nueva geografía social del territorio. Actualmente el capitalismo se muestra con nuevos actores, donde las empresas transnacionales y los inversores especulativos del mercado de tierras han reemplazado a los latifundios terratenientes de épocas anteriores.

En contraposición a este avance, las comunidades mapuce proponen una resignificación del territorio a partir de una concepción intercultural, pero elaborando como estrategia de resistencia un proceso de etnogénesis con pilares basados precisamente en la lucha por la tierra y la autonomía territorial, con proyectos de base productiva integrados a su cultura.

El conflicto surge también como consecuencia de la creación de adscripción con la que se abordan desde los marcos teóricos las intervenciones en el territorio. Consideramos un reduccionismo integrar lo indígena a lo campesino ya que, si bien es común que ellos se engloben como parte de una clase social en tanto sujetos agrarios, no todos los campesinos se autoidentifican étnicamente ni a todos los indígenas se los puede asumir como estructuralmente iguales.

El Estado, mediante su política particular de desarrollo en áreas rurales, recrea categorías homogéneas y totalizadoras que no hacen más que resaltar y evidenciar un territorio con múltiples conflictos. El empobrecimiento, como efecto del proceso de dominación cultural, tuvo como manifestación ambiental por parte de las unidades domésticas integrantes de las comunidades indígenas y campesinas el ejercicio de una mayor presión sobre los bosques y las áreas pastoriles (mallines y praderas), atendiendo a sus necesidades de reproducción por sobre un manejo

sustentable de los recursos, con diversidad de casos que lo sustentan. Las actividades productivas, aún cuando implican una relación de subordinación al mercado, refuerzan la pertenencia de los mapuce a los territorios que ocupan, lo que motiva crecientes litigios con los diversos sectores involucrados, al igual que con las formas precarias de tenencia de tierras por parte del campesinado criollo. Por lo tanto las intervenciones evidencian que las actividades productivas, tales como la forestación, generan transformaciones socioeconómicas sumamente dinámicas.

La sustitución de actividades productivas tradicionales no es *per se* plausible de adopción ya que resulta contradictoria a las prácticas, lógicas y cosmovisiones de los productores indígenas y campesinos. Sin embargo, en algunas de las intervenciones se pudieron registrar distintos grados de aceptación entre miembros de diferentes comunidades indígenas y campesinas, particularmente cuando éstas se concretaron junto a procesos de asalarización o sus beneficios son percibidos como adaptables a sus modos de producción, a sus necesidades y realidades socio culturales.

### **Bibliografía Citada**

Balazote A & Radovich JC. 1992. El concepto de grupo doméstico. En: Trincherro, H. (comp.) La Antropología Económica. Vol. 2. CEAL.

Consejo Federal de Inversiones. 2009. Inventario del Bosque Implantado de la Provincia del Neuquén.

Díaz Polanco H. 1995. Etnia y Nación en América Latina. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.

Escobar A. 2009. Antropología y Desarrollo. En: A Escobar. El Final Del Salvaje: Naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea. 19-30. Santa Fe de Bogotá. Cerec/Instituto Colombiano de Antropología.

Mancano FB. 2008. La ocupación como una forma de acceso a la tierra en Brasil: una contribución teórica y metodológica. En: S Moyo & P Yeros [coord.] Recuperando la tierra. El resurgimiento de movimientos rurales en África, Asia y América Latina. Buenos Aires. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.

Stecher G. 2011. Territorio, desarrollo e intervenciones institucionales en comunidades mapuce. Los casos del área Pulmarí (Dto. Aluminé), Linares (Dto. Huiliches) y Vera (Dto. Lácar), Provincia del Neuquén. Tesis Doctoral en Sociología Rural. Universidad Nacional de Córdoba.

Valtriani A. 2008. Modelos de desarrollo forestal, sus conflictos y perspectivas en el sector de micro PyMEs forestales. Estudio de caso en la región noroeste y centro de la provincia del Chubut. Tesis Doctoral en Administración de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas, UBA.

## El modelo productivo forestal sobre las Comunidades de Pueblos Originarios: producción, cultura y tradición

Gabriel Zalazar<sup>1\*</sup>, Nahuel Trípodí<sup>1</sup>, Gabriel Stecher<sup>2</sup>, José C. Fernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Ministerio de Agroindustria de la Nación

<sup>2</sup> Cátedra de Extensión Rural, AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

\* Autor de correspondencia: zalazargabrielo8@gmail.com

### Resumen

Las diferentes políticas públicas forestales, cuyo propósito ha sido incorporar a pequeños productores a la actividad, no han logrado cumplir con tal objetivo de manera sostenible. La lógica de intervención del Estado de promover un sistema tradicional basado en forestaciones con fines comerciales no logró contemplar lógicas diferenciadas tanto culturales como productivas de este importante y complejo sector rural. Si bien la ley Nacional de Inversiones para Bosques Cultivados N° 25.080 involucra en sus artículos al sector de pequeños productores como destinatario de potenciales beneficios provenientes de la promoción forestal, como la diversificación productiva y la recuperación de áreas degradadas, no es posible apreciar tales beneficios concretos y sostenibles en los territorios. La falta de planificación y la discontinuidad de asistencia técnica llevaron a un manejo inadecuado. A su vez, la tipología de “pequeños productores” ha englobado actores muy diversos, incluidas las Comunidades de Pueblos Originarios, invisibilizando especificidades propias y perturbando el concepto endógeno de “plantaciones forestales comunitarias”. Esto generó una visión negativa sobre la actividad forestal en los Pueblos Originarios de la Provincia de Neuquén: solo doce comunidades poseen forestaciones, concentradas en el centro y sur de la Provincia de Neuquén, y representan una superficie de 1.900 ha de muy poco manejo forestal. Sin embargo, el incremento de riesgos sanitarios por plagas e incendios, y la necesidad por parte de las comunidades de generar bienes y servicios a partir de los montes, condujo a las comunidades a la toma de decisiones de manejo para con sus forestaciones. A raíz de este nuevo contexto y de manera participativa, surgió la adecuación de la Ley 25.080, dando lugar a la Resolución 33/13, la cual ha generado nuevas maneras de participación de las comunidades en la actividad forestal, generando un entramado socio-participativo de gran influencia en las decisiones productivas, interesante de analizar y sistematizar.

**Palabras clave:** plantaciones comunitarias, políticas públicas forestales, Neuquén.

### Introducción

El noroeste cordillerano de la región patagónica se encuentra representado por un entramado social y productivo complejo, diverso y heterogéneo. Por tanto, el territorio o mejor dicho, los diferentes territorios construidos y percibidos por los numerosos actores que los conforman, deben interactuar partiendo de especificidades propias que distinguen a unos de otros.

Dicha diferenciación no solo es visible en la dimensión productiva sino también en otras, como la cultural. Por lo tanto las decisiones territoriales en las cuales coexisten modos de reproducción, ya sean éstos capitalistas con otros de características precapitalistas, campesinas criollas o bien campesinas indígenas, deben ser abordadas desde políticas que contemplen las dinámicas propias que en estos contextos se generan.

Las políticas de desarrollo pensadas desde el Estado con el fin de ampliar la superficie forestal han sido desde su génesis ideadas sobre bases reduccionistas, en términos de un número escaso de variables analizadas que expresan consecuentemente pocos indicadores, tales como beneficios económicos, rentabilidad, valor de la tierra o generación de un mercado asalariado, entre otros (Viola 2000, Stecher 2011).

Una de las consecuencias de haber aplicado un modelo diseñado desde una concepción homogénea del campo social ha sido la creación de una imagen, *construida* desde la perspectiva de los “pequeños productores”, por lo cual los beneficios que ella pueda generar no resultan adecuados para otras formas o lógicas de administración de ese amplio colectivo agrario al que hace referencia tal imagen.

Por otro lado, la “receta” técnica que acompañó a las mencionadas políticas públicas hacia los denominados “pequeños productores” implicaba una única alternativa tecnológica basada en la conformación de macizos mono-específicos, con especies exóticas de rápido crecimiento, plantados en altas densidades, lo cual dirige el uso del suelo hacia una única producción. Esta lógica va en sentido contrario a las estrategias de pluriactividad, característica de las costumbres campesinas como forma de reproducción doméstica (Stecher & Zalazar 2013)

No podemos ignorar que en el pasado reciente la actividad forestal ha contribuido a *re inventar* y *visibilizar* procesos subsumidos: los cambios en el uso del suelo, la concentración y privatización de tierras o la fragmentación del paisaje, por citar algunos, han tenido consecuencias importantes en las formas tradicionales de producción, la ganadería principalmente.

Sin embargo, emergen otros factores producto de procesos, que podemos relacionar bien con el cambio climático (prolongación del período de sequía estival, menor nivel de precipitación nival, escasez de agua) o con la pauperización del sector campesino, en particular en áreas de comunidades mapuce. Políticas sectoriales inadecuadas y un gran crecimiento demográfico han favorecido una alta tasa de deforestación destinada a leña y la disminución de superficie apta para actividades pastoriles (Stecher & Zalazar 2013)

Actualmente, se estima que la provincia posee 60.000 ha forestadas, es decir, casi dos tercios de las forestaciones de la Patagonia (Laclau & Cortés 2001). Las mismas se encuentran distribuidas casi proporcionalmente en las 3 principales cuencas hidrográficas: Río Neuquén Norte, Río Limay Norte y Río Limay Sur.

En Neuquén encontramos 61 territorios de comunidades pertenecientes al pueblo mapuce y en su mayoría reconocidas por el Registro Nacional de Comunidades Indígenas (RENACI) dependiente del Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI), o que poseen sólo el reconocimiento de organizaciones etnicistas (Confederación Mapuce del Neuquén); 41 de ellos además tienen el reconocimiento jurídico por parte del Estado provincial.

Actualmente existen doce comunidades con forestaciones con especies exóticas en sus territorios, generadas en el marco de un proyecto o como producto de una intervención puntual de promoción pasada.

En el año 2013, la Dirección de Producción Forestal (DPF) del entonces Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, a través de su Ley de Inversiones en Bosques Cultivados (Ley Nacional 25.080), consideró necesario ajustar el marco reglamentario de las

condiciones fijadas para que los productores puedan acceder a un adelanto del 50 % del Apoyo económico no reintegrable.

Se buscó consolidar, adoptar y adaptar la producción forestal y modos de producción tradicional con nuevas herramientas que les permitan a los pequeños productores y comunidades de pueblos originarios planificar y ejecutar con continuidad el manejo de sus bosques implantados, a fin de aportar al desarrollo integral comunitario, evitando así su abandono y los consecuentes riesgos sociales, económicos y ambientales que tal decisión implicaría.

El objetivo de la DPF fue adecuar esta tipología de productores a los beneficios de la ley de bosques cultivados para que puedan acceder al manejo de sus plantaciones. En correspondencia con ello, el objetivo del grupo de trabajo ha sido el de sistematizar aspectos técnico-productivos y el entramado socio-participativo, de gran influencia en las decisiones productivas, resultante del proceso.

### **Desarrollo**

Se trabajó con cartografía digital y bases de datos en una combinación de capas para volcar toda la información en un Geodatabase.

Como primer paso, se calculó la superficie forestada dentro de las comunidades utilizando el mapa de plantaciones forestales de la DPF del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación.

De forma subsiguiente se procedió a descontar las áreas donde la forestación no es posible utilizando coberturas de Parques Nacionales y Provinciales, Bosques y arbustales nativos, mallines, lagos, lagunas y bañados, tierras no aptas para forestación (suelos pedregosas, pronunciadas pendiente), alturas mayores a los 1800 m.s.n.m. y para los ríos, rutas y caminos se establecieron franjas (buffers) de 50m de ancho a partir de los bordes.

Descontando la unión de estas áreas al total de las tierras comunitarias se obtuvo el área total disponible para la forestación (Figura 1).

Luego se procedió a la recolección de información a campo que estuvo a cargo de la Delegación Patagonia Andina Norte del Área de Extensión del Ministerio de Agroindustria.

A raíz de esta actividad de carácter diagnóstico se detecta la necesidad de promover el manejo de las plantaciones que en su mayoría se encuentran sin manejo y en un estado de abandono con los posibles riesgos sanitarios que ello implica.

Con la articulación de la Delegación Patagonia Andina Norte de la Subsecretaría de Foresto Industria de la Nación, el Asentamiento Universitario de San Martín de los Andes, la Dirección de Bosque de la provincia, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y técnicos independientes, se realizaron talleres con las Comunidades mapuce con el fin de socializar la problemática y sus posibles soluciones.

Se acordó que era necesario que esta herramienta se adaptase a las realidades estructurales de las comunidades de forma de lograr un mecanismo que les permitiera acceder a un adelanto (50% del monto solicitado), a fin de disponer de recursos financieros que les permitieran iniciar las tareas silvícolas percibiendo el resto del aporte no reintegrable al finalizar y certificar la misma.

Una de las principales dificultades fue que no se lograra encuadrar en el marco de la Ley N° 25.080 una tipología de productores acorde a esta realidad socio productiva, y no asemejarla a la de mediano productor, la cual se asume en función de superficies forestadas. De esta manera no se logra visibilizar limitaciones asociadas tales como la falta de asistencia técnica y recursos genuinos para llevar a cabo las actividades forestales.

Por tal motivo, se creó dentro de la resolución la figura de Pueblos Originarios como una nueva tipología, introduciendo el concepto de plantaciones comunitarias, permitiendo acceder a los mismos beneficios de un pequeño productor con la diferenciación de la superficie alcanzada por los adelantos.

## Resultados

El análisis de la información base arroja como resultado que la superficie forestada en Neuquén por parte de las comunidades mapuce alcanza a cubrir un total de 1690 ha. Sin embargo es posible estimar un potencial de tierras aptas para la forestación dentro de sus territorios de 38.000 ha. (Zalazar, 2013) (Tabla 1).

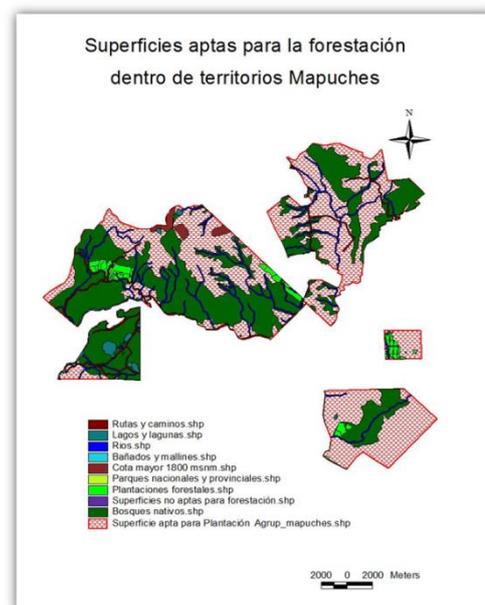
Estos datos se basan en la superposición de las capas mencionadas y en la aptitud físico-química de los suelos. Este valor se ajustaría aún más a la realidad si se complementara con un proceso participativo de ordenamiento territorial.

La vigencia de la resolución permitió a las comunidades un cambio de visión acerca del potencial productivo instalado en los territorios y la decisión mayoritaria de priorizar el manejo de sus plantaciones.

Con dos años de aplicación de la herramienta se ha logrado que las Comunidades mapuce hayan intervenido más del 10 % de sus forestaciones (Tabla 2).

**Tabla 1.** Superficies con potencial forestal y total forestado.

Nombre	Aptitud Forestal [ha]	Superficie Forestada [ha]
Antiñir	1.143	25
Atreuco	4.266	21
Aucapan	5.896	443
Catalan	2.950	91
Chiquilhuin	1.738	25
Currumil	1.153	33
Maliqueo	4.534	12
Meli Pehuen	628	163
Namuncuara	2.705	157
Painefilu	8.817	75
Puel	4.541	540
Vera	3	105
<b>Totales</b>	<b>38.374</b>	<b>1.690</b>



**Figura 1.** Superficies aptas para la forestación.

**Tabla 2.** Superficies en ha presentadas por las comunidades para la actividad forestal.

Nombre	Poda [ha]	Raleo [ha]	Plant. [ha]
Atreico	40	40	100
Catalán	47	47	
Cayulef	10	10	
Chiquilhuin	10	2	
Linares	45	45	
Namuncurá	40	40	
Vera	7	7	
	<b>199</b>	<b>191</b>	<b>100</b>

### Consideraciones finales

Las superficies forestadas de las comunidades mapuce, las cuales nunca habían sido intervenidas ni proyectado su manejo, son hoy vistas como potenciales proveedoras de insumos como leña, madera para mejoras rurales habitacionales o reparo para ganado.

Así como los productores reconfiguran estas plantaciones -no siempre surgidas de proyectos endógenos-, se nos ofrece una nueva oportunidad de revisar las prácticas y roles que los equipos técnicos desarrollan en sus participaciones en el territorio, como también de generar herramientas o instrumentos de promoción acordes a propuestas consensuadas en la interacción, hacia prácticas productivas integradas y culturalmente aceptadas.

Por otro lado, es necesario que las estrategias y políticas forestales puedan ajustarse a condiciones específicas del territorio. La aptitud forestal no puede ser establecida considerando sólo las características físico-químicas de los suelos y las condiciones climáticas de una zona en particular. Es preciso integrar el enfoque socio-cultural a esta categorización acompañada de un ordenamiento territorial.

El arraigo que la actividad forestal puede favorecer en las poblaciones locales y comunidades de pueblos originarios, a partir del trabajo generado y la permanencia en sus modos de vida, sin necesidad de migrar a las zonas urbanas en búsqueda de trabajo e ingresos, es una fuerte componente social que forma parte de la toma de decisiones. Más allá de esta generación de empleo, la actividad forestal debiera integrarse a una estrategia de diversificación productiva y también ser empleada como estrategia ambiental para la restauración de suelos y cuencas.

Consideramos importante que el Estado cuente con cierta sensibilización sobre los sistemas agroforestales y sus complejidades, para afrontar las necesidades que requieren las comunidades y pobladores rurales.

El sistema de anticipo de apoyos económicos no reintegrables de las leyes de promoción puede ser una herramienta interesante, en la medida que funcione con agilidad, se intensifique la coordinación entre los organismos provinciales y nacionales, se simplifiquen los circuitos administrativos y se sostenga o aumente el apoyo y seguimiento técnico.

El desarrollo productivo no será posible sin un desarrollo social y ambiental responsable, bajo la generación de consensos y la inserción de los sectores rurales a verdaderas estrategias de desarrollo regional.

**Bibliografía Citada**

Laclau P, Cortes G. 2001. Neuquén: Sector Forestal. INTA. Disponible online en <http://sipan.inta.gob.ar/productos/ssd/nqn/nifneuquenforestal.htm>

Stecher G. 2011. Territorio, desarrollo, intervenciones institucionales en comunidades mapuce. Los casos del área Pulmarí (Dto. Aluminé), Linares (Dto. Huiliches), Vera (Dto. Lácar), Provincia del Neuquén. Tesis Doctoral en Sociología Rural. Universidad Nacional de Córdoba.

Stecher G, Zalazar G. 2013. Desarrollo Forestal, movimientos indígenas y conflictividad territorial en el sur de la Provincia de Neuquén. Actas V Congreso Argentino y Latinoamericano de Antropología Rural. Santa Rosa.

Viola A. 2000. Antropología del Desarrollo. Teorías y estudios etnográficos en América Latina. Barcelona. Editorial Paidós.

Zalazar G. 2013. Análisis de forestaciones en territorios Mapuches de la Provincia de Neuquén. Área de Extensión. Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS

## Aprendizaje al aire libre: el bosque, sus funciones y el uso sostenible

Ivana Amico\*<sup>1</sup>, Camila Antiman<sup>2</sup> y Patricia Codesal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Área Forestal, EEA Esquel, INTA; <sup>2</sup> Centro de capacitación Integral Trevelin (CeCaln), EEA Esquel, INTA;

<sup>3</sup>Secretaría de Ambiente, Municipalidad de Esquel.

\*Autor de correspondencia: amico.ivana@inta.gob.ar

### Resumen

El Campo Experimental Agroforestal Trevelin, perteneciente al INTA EEA Esquel, está ubicado en un ecosistema boscoso donde se desarrollan trabajos de investigación, producción y conservación vinculados a la agricultura, silvicultura y ganadería. Allí funciona también el Centro de Capacitación Integral Trevelin que propone como proyecto el Sendero Educativo, el cual invita a conocer y aprender a partir de un recorrido de 5 kilómetros dentro del bosque nativo y cultivado. El objetivo de este Sendero es generar en la sociedad y en los jóvenes en particular, conciencia sobre el uso sustentable de las áreas boscosas y su relación con el manejo de los recursos naturales. Desde el año 2009 se viene trabajando de manera ininterrumpida con diferentes establecimientos educativos de la región, proponiendo actividades didácticas adaptadas para el nivel inicial, primario, secundario y universitario. El recorrido cuenta con paneles explicativos que se utilizan como guía y soporte. Por su versatilidad, permite abordar temáticas de diferentes formas. Los últimos años se ha trabajado con cuatro propuestas: 1º El Recorrido Autoguiado con paradas estratégicas para la profundización de temáticas puntuales, 2º Estudio y comparación en estaciones de observación de sitios con bosque nativo y cultivado facilitado por un acompañante técnico, 3º Actividades didácticas usando la metodología de "Aprendizaje Experiencial" y 4º Salidas Temáticas abiertas al público en general que abordan el uso y reconocimiento de plantas medicinales y comestibles, la geología, y la aptitud de los suelos para uso agropecuario y forestal. Participan de la última propuesta, referentes y especialistas de la Universidad. La comunidad educativa, el público que participa y el INTA se enriquecen mutuamente en este trabajo, donde se intercambian saberes y se construye una visión holística sobre el uso múltiple y sustentable de los bosques. Esta propuesta de trabajo permite integrar el INTA a la comunidad a partir de la utilización del Campo Experimental como ámbito para la formación, educación y sensibilización.

**Palabras clave:** educación, sendero, ambiente.

### Antecedentes

El INTA EEA Esquel trabaja con la comunidad educativa de la región tratando de transmitir una visión holística del bosque, sus funciones y el uso sostenible.

Durante los últimos años se han desarrollado diversas actividades vinculadas al bosque, los recursos forestales, el uso y manejo sustentable de los mismos. Para el desarrollo de estas actividades se ha utilizado como soporte el Sendero Educativo del Cecain (Centro de Capacitación Integral Trevelin), ubicado en el Campo Experimental Agroforestal Trevelin. Desde el año 2009 se viene trabajando de manera ininterrumpida con diferentes establecimientos educativos de la región, proponiendo actividades didácticas adaptadas para el nivel inicial, primario, secundario y universitario.

El objetivo de este Sendero es generar en la sociedad y en los jóvenes en particular, conciencia sobre el uso sustentable de las áreas boscosas y su relación con el manejo de los recursos naturales.

### Lugar de Trabajo

Las actividades se realizan en el Campo Experimental Agroforestal Trevelin, de INTA de la EEA Esquel. Dicho Campo está ubicado en un ecosistema boscoso donde se desarrollan trabajos de investigación, extensión, producción y conservación vinculados a la silvicultura, agricultura y ganadería.

Respecto a la actividad forestal, se desarrollan todos los eslabones de la cadena forestal, desde la cosecha de semillas, producción de plantas nativas y exóticas en vivero, plantación, podas, tratamientos sanitarios, raleos, cortas y manejo de residuos, hasta la obtención de madera aserrada procesada en el aserradero ubicado en el mismo Campo.

En este Campo Experimental, se encuentra un Sendero de interpretación de 5 kilómetros, donde pueden observarse diferentes ambientes y donde existen plantaciones y bosques nativos en distintos estados de desarrollo. En ese ecosistema boscoso están insertas Unidades Productivas, entre ellas la Ganadera y la Agrícola donde se desarrollan actividades vinculadas al cultivo de pasturas, hortalizas y flores.

El Sendero cuenta con paneles explicativos que se utilizan como guía y sirven de soporte para sintetizar los conceptos trabajados. Por su versatilidad, permite abordar temáticas de diferentes maneras.

### **Destinatarios**

La mayoría de las actividades están destinadas a estudiantes de nivel inicial, primario, secundario, terciario y universitario.

A través del recorrido del Sendero o mediante el trabajo que se realiza en determinadas estaciones, se desarrollan temas relacionados al bosque nativo y bosque cultivado, sus funciones y servicios, los usos y el manejo sustentable. Estos temas son abordados de acuerdo a los proyectos presentados por los docentes y a las consignas de trabajo dadas a los estudiantes. Durante los últimos años se ha trabajado con distintos establecimientos educativos de la región, proponiendo actividades didácticas adaptadas a los diferentes niveles temáticos y edad de los asistentes.

Usando como soporte el Sendero Educativo, también se organizan actividades destinadas al público en general.

### **Propuestas de trabajo**

Durante los últimos tres años se ha trabajado con cuatro propuestas: 1º El Recorrido Autoguiado con paradas estratégicas para la profundización de temáticas puntuales, 2º Estudio y comparación en estaciones de observación de sitios con bosque nativo y cultivado facilitado por un acompañante técnico, 3º Actividades didácticas usando la metodología de "Aprendizaje Experiencial" y 4º Salidas Temáticas abiertas al público en general que abordan el uso y reconocimiento de plantas medicinales y comestibles, la geología, y la aptitud de los suelos para uso agropecuario y forestal.

Para las tres primeras modalidades y previo a la visita, se acuerda con el equipo de docentes a cargo, la modalidad de la visita y los objetivos de la misma. Los docentes deben enviar un proyecto donde se desarrollan los objetivos y consignas de trabajo. Los estudiantes que asisten, deben tener consignas de trabajo y una preparación previa de contenidos necesarios para poder realizar luego la actividad de campo. El INTA facilita a los docentes material bibliográfico y entrega información sobre los distintos ambientes que recorrerán a través del sendero.

En todos los casos, los visitantes son recibidos en el edificio del Cecain donde se les brinda una charla introductoria a cerca de las incumbencias del INTA, la presencia de la Institución en el país y en la región, las actividades que se desarrollan en el Campo Experimental Trevelin y la relevancia de los bosques en la región como productores de bienes, servicios ambientales y paisaje.

En el caso del trabajo con la comunidad educativa, y de acuerdo a la modalidad de trabajo, se les da una explicación sobre los ambientes de la provincia, el clima, suelo y las actividades productivas más relevantes. Luego de la introducción se continúan con las actividades que varían de acuerdo a la propuesta de trabajo.

### **1 ° Recorrido Autoguiado con paradas estratégicas para la profundización de temáticas puntuales**

Esta actividad está diseñada para que los estudiantes realicen observaciones y reflexiones a lo largo de un recorrido por un Sendero de 5 Km, sin la necesidad de un guía técnico.

En el primer trayecto de 100m, la cartelería permite reconocer de manera interactiva los diferentes eslabones de la cadena forestal. Un técnico facilita los contenidos y da las explicaciones pertinentes. En este sector se hace hincapié en el uso y manejo sustentable de los recursos naturales, y de acuerdo a los objetivos planteados por los docentes, se profundizan temáticas puntuales.

A continuación, el sendero invita a caminar por un *arboretum* conformado por especies nativas pertenecientes a la familia de los *Nothofagus*. Este sector permite la visualización rápida de los 5 tipos de especies que poseen las provincias patagónicas. Con el uso de la folletería diseñada para este sector, es posible realizar juegos de identificación de las especies.

Posteriormente, se ingresa por un sendero de 5000 m, en un entorno de bosque nativo y bosque cultivado, donde se desarrollan actividades silvícolas, agrícolas y ganaderas. A través de cartelería explicativa y con la ayuda de una guía impresa, se dan a conocer los ambientes y las actividades productivas que se realizan.

A través de la vivencia con los ecosistemas boscosos y las actividades realizadas, se espera que los asistentes adquieran conocimientos sobre las actividades forestales y agropecuarias desarrolladas en la región mediante la comprensión de las prácticas de manejo y de su potencial productivo y de conservación.

### **2° Estudio y comparación en estaciones de observación de sitios con bosque nativo y cultivado facilitado por un acompañante técnico**

Esta propuesta consiste en un trabajo de investigación a campo donde los estudiantes puedan observar y diferenciar dos ambientes, uno de bosque nativo y otro de bosque cultivado, con distintos usos y características. En esta propuesta se trabaja con grupos pequeños, de alrededor de 5 personas. Se cuenta con acompañamiento técnico permanente.

Entre las actividades se realizan observaciones, mediciones y registros del ambiente (luz, temperatura y viento), características del suelo, identificación de especies arbóreas, herbáceas y arbustivas, cálculos de diversidad y riqueza, medición de la altura y diámetro de los árboles y cuantificación de regeneración natural. Se promueve a observar evidencias de manejo de bosque, de manera tal que los estudiantes puedan relacionar el vínculo entre el hombre y su entorno.

Al finalizar, se realiza una actividad grupal y plenario para discutir las observaciones realizadas en las dos estaciones y se extraen conclusiones sobre los mensajes que se esperan transmitir. A través de este trabajo se interpretan los factores ambientales y de manejo que contribuyen al manejo del bosque y se reflexiona sobre la necesidad de prácticas de manejo para lograr un uso sustentable.

### **3° Actividades didácticas usando la metodología de “Aprendizaje Experiencial”**

Bajo esta propuesta, destinada sobre todo a estudiantes de nivel inicial y primario, se realizan diferentes juegos y ejercicios de manera que los niños aprenden e incorporen conceptos a través de la experiencia. Se utiliza el método de aprendizaje de primera mano, siendo la curiosidad del momento, el camino y el factor determinante para llevar a cabo estudios científicos de una forma natural. Las preguntas surgen en el momento y se contestan a través de la acción. Con este método de trabajo se estimula el desarrollo de la percepción auditiva, olfativa, visual, táctil, gustativa y la capacidad de imaginación y resolución de problemas.

A través de estas actividades se propone el desarrollo y aprendizaje de temas previamente acordados con el docente, pudiendo ser el punto de inicio o cierre de una temática. Algunos temas a desarrollar pueden ser el conocimiento y reconocimiento de especies de animales y vegetales típicas

del bosque nativo, diferencias o similitudes con el entorno en donde viven los estudiantes, conocer e identificar especies forestales propias de la región, aprender el uso y las propiedades de las plantas, identificar acciones positivas y negativas para los bosques y los recursos naturales en general.

Cabe mencionar la importancia de abordar temas que entusiasmen a los estudiantes. Lejos de introducir tópicos de poco interés o que sean fácilmente olvidables, la propuesta invita a trabajar en forma abierta, guiada por la motivación de los estudiantes, trabajando de forma amena y divertida para la resolución de los interrogantes. En una visita, cada uno es el actor principal, capaz de preguntarse, responderse y aprender de la reflexión.

#### **4º Salidas Temáticas abiertas al público en general**

Bajo esta propuesta, destinada al público en general, se abordan temas como el uso y reconocimiento de plantas medicinales y comestibles, la geología y la aptitud de los suelos para uso agropecuario y forestal. Participan referentes y especialistas de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

#### **Trabajo y mensajes elaborados por los estudiantes**

Luego de cada visita, se solicita a los docentes la presentación de un trabajo grupal donde se plasmen los conceptos adquiridos. El mismo consiste en la presentación de fotografías acompañadas de mensajes relacionado al uso y manejo sustentable de los bosques.

Esta actividad no tiene carácter competitivo, sino que se pretende motivar a los jóvenes a desarrollar su creatividad, a pensar y reflexionar sobre los conocimientos adquiridos en la visita.

De los trabajos fotográficos presentados por las escuelas, junto con sus mensajes, se seleccionan los más destacados, que posteriormente se utilizan en el diseño de un almanaque del Cecaín del año siguiente. Los mismos son impresos y entregados uno por escuela participante.

#### **Reflexiones Finales**

El Sendero Educativo es una herramienta que puede ser utilizada para abordar diferentes temáticas vinculadas al trabajo del INTA.

El Campo Experimental Trevelin es un espacio que permite y facilita el abordaje de contenidos curriculares de todos los niveles. Debido a que allí confluyen actividades científicas, productivas, y además se incorporan temáticas de economía, turismo, educación ambiental, ética productiva y sustentabilidad, este Campo presenta un gran potencial que abiertamente se brinda a la comunidad como "sitio de estudio y aprendizaje".

La comunidad educativa, el público que participa y el INTA se enriquecen mutuamente en este trabajo, donde se intercambian saberes y se construye una visión holística sobre el uso múltiple y sustentable de los bosques. Esta propuesta de trabajo permite integrar el INTA a la comunidad a partir de la utilización del Campo Experimental como ámbito para la formación, educación, toma de conciencia y sensibilización.

#### **Agradecimientos**

Agradecemos a la Ing. Ftal. Nidia Hansen, gestora del Sendero y promotora de las actividades educativas. Sus aportes, convicción y continuo compromiso para llevar adelante el proyecto del Sendero, permitieron que hoy se siga sosteniendo esta propuesta que la comunidad educativa reconoce, valora y agradece.

## Forestaciones de reparo para productores de la agricultura familiar en las comunidades de Lago Rosario y Sierra Colorada

Ivana Amico<sup>1\*</sup>, Belén Coussirat<sup>2,4</sup>, Walter Matthiess<sup>2,3</sup>, José Recalde<sup>5</sup>

<sup>1</sup>EEA Esquel, INTA; <sup>2</sup>Oficina de Gestión Agropecuaria y Forestal Trevelin, Prov. Chubut; <sup>3</sup>AER Trevelin, EEA Esquel, INTA; <sup>4</sup>Secretaría de Agricultura Familiar; <sup>5</sup>Subsecr. de Bosques y Parques Prov. Chubut.

\*Autor de correspondencia: [amico.ivana@inta.gob.ar](mailto:amico.ivana@inta.gob.ar)

### Resumen

Lago Rosario y Sierra Colorada son parajes pertenecientes al ejido municipal de Trevelin, Provincia de Chubut. Están enclavados en un entorno de montañas y bosques, pero con deterioro ambiental debido a la ganadería y la extracción de leña. Los pobladores de estos parajes viven en pequeños predios, donde coexisten diversas actividades ganaderas y agrícolas. En el año 2012, la Oficina de Gestión Agropecuaria y Forestal Trevelin (OGAyF) comenzó a trabajar con un grupo de 21 pobladores, con el fin de intensificar su producción de huerta, granja y elaborados. Durante los años de trabajo se logró crear un espacio ferial para facilitar la comercialización de excedentes. En 2015, a raíz de problemas detectados por los técnicos de terreno e inquietudes planteadas por los productores, se comenzó a trabajar en capacitaciones sobre viverización y plantación de especies forestales y arbustivas. En estas instancias, los productores manifestaron la necesidad de establecer cortinas y cercos vivos en huertos, potreros y áreas de vivienda. Durante ese año se comenzaron a establecer plantaciones e instalar pequeños viveros para la autoproducción de plantas. Durante el verano 2015/2016 se hizo el seguimiento de dichas plantaciones y se identificaron resultados positivos y algunas dificultades. Los principales factores críticos observados fueron la falta o deterioro de los cerramientos, falta de sistemas de riego adecuados y la necesidad de ajustar la producción local de plantas. En el marco de las intervenciones en estas comunidades y pensando en canalizar los problemas y necesidades a través de un proyecto, surgió la propuesta de elaborar un Proyecto Forestal para realizar mejoras en los campos. En 2016 se relevaron los predios de los productores y se comenzó a trabajar en la elaboración de un nuevo proyecto para continuar los trabajos iniciados. La instalación de cortinas y cercos de reparo para tener mayor protección de los predios podría impactar favorablemente sobre los índices ganaderos, las producciones intensivas y la calidad de vida de los pobladores.

**Palabras clave:** forestaciones, cortinas rompevientos, Trevelin.

### Antecedentes

Lago Rosario y Sierra Colorada son parajes pertenecientes al ejido municipal de Trevelin, Provincia de Chubut. Están enclavados en un entorno de montañas y bosques, pero con un gran deterioro ambiental debido a la ganadería y la extracción de leña.

Los pobladores de estos parajes son miembros de la Comunidad Aborigen de Lago Rosario y Sierra Colorada que habitan en tierras comunitarias y cuentan con título de propiedad escriturado en forma comunitaria. El uso de la tierra es individual y los predios están delimitados a través de alambrados o límites naturales como ríos, arroyos o cerros.

Los predios son usados mayoritariamente para la cría de ganado vacuno y ovino en forma extensiva con el objetivo de obtener corderos y terneros para el auto-consumo y la venta de excedente (Tedesco 2008). El manejo ganadero es tradicional y cuentan con escasa infraestructura predial. Sin embargo, durante los últimos años, se ha comprobado una mejora de majadas y rodeos, tanto en cantidad como en calidad de los mismos (Martínez Stanziola 2015). Esto se ha logrado a través de diferentes herramientas técnicas como la implementación de un botiquín, la administración de un Fondo Rotatorio para abastecimiento de forraje en momentos críticos y la utilización de la infraestructura comunitaria para almacenamiento de alimento y tratamientos sanitarios. Estas acciones han permitido mejorar el status sanitario, pero los problemas en la cadena forrajera siguen

estando presentes. Por esta razón, la Oficina de Gestión Agropecuaria y Forestal Trevelin (OGAYF Trevelin, convenio entre el Ministerio de la Producción de la Provincia de Chubut, el Municipio de Trevelin y el INTA), a través de los planes de trabajo que lleva adelante, continúa trabajando en mejorar la infraestructura predial y la provisión forrajera de los predios.

Las superficies destinadas a la agricultura o cultivos intensivos son muy pequeñas y por lo general se ubican cerca de las viviendas donde se instalan las huertas. Muchas familias, sobre todo de Lago Rosario, cuentan con pequeños invernáculos y huertas cerradas para la producción de autoconsumo (Matthiess 2015).

Los productores poseen escasos medios para el almacenamiento y conducción de agua, lo que provoca una disminución de la producción de pasturas y hortalizas, sobre todo durante los veranos. Muchos de los predios destinados al cultivo de hortalizas, frutales, pasturas y corrales están poco protegidos contra el viento, lo que afecta notablemente la producción. En los últimos años de trabajo grupal, se han hecho propuestas de manejo, como el laboreo de otoño, la incorporación de abono compostado, la mejora en las captaciones de agua y sistemas de riego, el mejoramiento de las estructuras de protección como los invernáculos y microtúneles y la planificación de las actividades (Matthiess 2015).

La mayor parte de la producción agropecuaria es para el autoconsumo y la venta de excedentes se realiza en el mercado informal, en ferias locales, trueque entre vecinos y dentro de la comunidad entre pobladores. Existen espacios de comercialización comunitarios como lo son la Casa de Artesanas donde se comercializan artesanías textiles mapuche y productos agroindustriales como dulces, hierbas y licores. La producción hortícola se comercializa en una Feria local de productos frescos, que se desarrolla entre los meses de octubre y abril donde asisten compradores de la comunidad y de las localidades cercanas. También la Comunidad es miembro de la Red de Ferias que nuclea a todas las ferias de productores de la zona del departamento de Futaleufú y Gualjaina.

### **El Trabajo de la Comunidad junto a las Instituciones y técnicos de terreno**

En el año 2012, se comenzó a trabajar con un grupo de 21 pobladores, 16 de Lago Rosario y 5 de Sierra Colorada, con el fin de intensificar su producción de huerta, granja y derivados elaborados. Las actividades fueron llevadas adelante a través de la OGAYF Trevelin donde trabajan en conjunto técnicos del INTA EEA Esquel, la Secretaría de Agricultura Familiar (SAF), CORFO y la Subsecretaría de Producción de la Municipalidad de Trevelin. Con el apoyo de las instituciones, la Comunidad Mapuche ha logrado, con su trabajo cotidiano, sostener un piso productivo en cuanto a la sanidad animal, la producción hortícola y frutícola para autoconsumo y venta de excedente. Durante los últimos años de trabajo conjunto se logró mejorar, diversificar y aumentar la producción y crear un espacio ferial para facilitar la comercialización de excedentes.

### **Forestar y proteger los predios**

Dentro del grupo de productores, se fueron relevando intereses y necesidades de mejorar los predios, donde los mismos pobladores plantearon la necesidad de establecer cortinas y cercos vivos de protección en huertos, potreros y áreas de vivienda. A raíz de las demandas de los productores y de los problemas observados por los técnicos de terreno, a partir del invierno del año 2015 y durante los meses transcurridos del 2016, se comenzó a trabajar en la capacitación, establecimiento de cortinas rompevientos, cercos de reparo e instalación de pequeños viveros para que los productores generaran sus propias plantas.

En el año 2015 se realizó una jornada técnica en el Campo Experimental Trevelin del INTA sobre "viverización e implantación de especies forestales y arbustos", en la que participaron 10 de estas familias. En esta oportunidad se distribuyeron estacas, plantas y estacones de distintas especies de álamos, sauces y saucos, que los participantes emplearon para iniciar pequeños viveros o para establecer cortinas y cercos. Durante el verano 2015/2016 se hizo el seguimiento de dichas plantaciones y se relevaron resultados positivos y algunas dificultades. Los principales factores

críticos fueron la falta o deterioro de los cerramientos, falta de sistemas de riego adecuados y la necesidad de incrementar la producción propia de plantas u obtener las necesarias por otros medios.

Durante el 2016 se continuó haciendo el acompañamiento técnico y se hicieron capacitaciones sobre plantación y viverización en Lago Rosario. Se relevaron los predios de productores interesados en seguir forestando, se analizaron sus necesidades y se hicieron propuestas de nuevas forestaciones. Las acciones llevadas adelante por la OGAYF Trevelin, vinculadas a la temática forestal, se hicieron con la colaboración del técnico del proyecto "Iniciativas de Manejo Sostenible del Bosque Nativo en la Comunidad Mapuche de Lago Rosario y Sierra Colorada", de la Subsecretaría de Bosques y Parques de la Provincia.

Para llevar adelante las acciones mencionadas, se consideran diferentes principios, como un enfoque de trabajo participativo y horizontal entre el técnico y el productor. Se trata de rescatar y valorizar las tradiciones y los conocimientos que los pobladores poseen acerca de su realidad; teniendo en cuenta la dimensión cultural y económica donde viven. Se propicia el empoderamiento de la población para que se conviertan en protagonistas de sus acciones y sean sustentables en el tiempo.

Considerando la experiencia llevada a cabo y teniendo en cuenta las demandas y actividades que fueron surgiendo en el marco de las intervenciones en esa comunidad, se comenzó a trabajar en la elaboración de un nuevo proyecto forestal para continuar y mejorar los trabajos iniciados. Este proyecto prevé la implantación de cortinas o pequeños macizos de reparo con especies como pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), álamo trichocarpa (*Populus trichocarpa*), álamo negro (*P. nigra*), sauces (entre ellos *Salix viminalis*, *S. matsudana* x *S. alba* "Ragonese 524-43" y *S. caprea*), ciprés (*Cupressus* spp.), ñire (*Nothofagus antarctica*) y ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). La inclusión de especies nativas, además de las mejoras funcionales o utilitarias asociadas a cualquier arboleda, significará una contribución al objetivo de restituir elementos del bosque original en el sector más alterado por el asentamiento de la población.

En una nueva etapa de la promoción de la instalación o mejora de cortinas y cercos, el número de familias participantes se elevó a 13. En esta nueva instancia se dará curso al interés en probar especies nativas que se adapten a la protección de pequeñas superficies, como el ñire y el ciprés de la cordillera. La aprobación del proyecto permitiría dar continuidad a estas actividades vinculadas a temática forestal. Parte del financiamiento que se espera lograr a través del proyecto se destinará también a la construcción de alambrados de cierre o clausura y, en algunos casos, a la instalación de sistemas de riego para asegurar el prendimiento y crecimiento de las plantas. La mayoría de estos sitios de plantación poseen condiciones de baja productividad y poca calidad forestal, que en algunos casos tendrán que ser contrarrestadas con riego localizado y protecciones artificiales contra viento.

Los técnicos de la OGAYF Trevelin seguirán acompañando a los productores y haciendo el seguimiento de las plantaciones establecidas. A través del proyecto presentado al "Programa de Promoción de Plantaciones Forestales para Pequeños Productores Agrupados" se busca canalizar necesidades y demandas identificadas en el marco de las intervenciones que se tienen en la Comunidad Mapuche de Lago Rosario y Sierra Colorada. La instalación de cortinas y cercos de reparo para tener mayor protección de los predios podría impactar favorablemente sobre las producciones intensivas, los índices ganaderos y la calidad de vida de los pobladores.

### Bibliografía

- Tedesco V. 2008: Diagnóstico socio-organizativo de los parajes de Trevelin. Publicación Interna OGAYF Trevelin.
- Martinez Stanzola JP. 2015. Profeder. Apoyo a la ganadería sustentable en el NO del Chubut. INTA EEA Esquel.
- Matthiess W. 2015. Profeder Proyecto Integrado para el fortalecimiento de la agricultura intensiva en el Noroeste de Chubut.

## Análisis del plan de manejo de la Reserva Natural Urbana Laguna la Zeta bajo la visión de la gestión integrada de los recursos hídricos

Araque AK<sup>1</sup>, López SM<sup>2</sup>, Paris M<sup>3</sup>

1 Subsecretaría de Bosques e Incendios Provincia del Chubut

2 Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de la Patagonia SJB

3 Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral

**Autor de correspondencia:** *karinaaraquechubut@gmail.com*

### Resumen

El objetivo general de este trabajo fue analizar y enriquecer el Plan de Manejo de la Reserva Natural Urbana Laguna La Zeta, empleando para ello los conceptos de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. La Laguna la Zeta es un espejo de agua que se encuentra en un predio de 1.000 ha de la Municipalidad de Esquel (Chubut) ubicado a 7 km del centro de la ciudad. La Municipalidad forestó con fines productivos el 70 % de la superficie, pero el principal uso actual de estas tierras es la recreación. Así se desarrollan desordenadamente muchas actividades. Se agrega a la situación en el predio, el interés de desarrollar allí emprendimientos privados. Pero ninguno de estos emprendimientos prospera, principalmente por la ausencia de un marco legal. En el año 2010 una Comisión Interinstitucional ad-honorem constituida por mandato del Concejo Deliberante de la ciudad, realizó un Plan de Manejo que fue aprobado con aportes de una Audiencia Pública. Los resultados obtenidos muestran que la visión que aporta la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos contribuiría a la sostenibilidad de las acciones contempladas en el plan. Sobre el diagnóstico realizado se plantean propuestas para mejorar los lineamientos de acción orientados al uso efectivo y equitativo del agua y la conservación y protección de los recursos hídricos de la laguna.

**Palabras clave:** gestión, reserva, laguna.

## “Reserva Forestal Loma del Medio - Río Azul” El desafío de elaborar un plan de manejo de uso múltiple en el marco de la ley de bosques

Basil JG<sup>1</sup>, Rusch V<sup>1</sup>, Antocci V<sup>2</sup>, Cobelo C<sup>1</sup>, Letourneau F<sup>1</sup>, Ayesa J<sup>1</sup>, Umaña F<sup>1</sup>, Sarasola M<sup>1</sup>, Ancalao M<sup>1</sup>, Claps L<sup>1</sup>, de Agostini N<sup>3</sup>, Cuevas J<sup>3</sup>

1 Recursos Forestales, EEA Bariloche, INTA

2 Administración de Parques Nacionales

3 Servicio Provincial de Lucha contra Incendios Forestales, Río Negro

**Autor de correspondencia:** *basil.juan@inta.gob.ar*

### Resumen

La diversidad potencial de usos de los bosques cercanos a poblaciones genera complejidad en el manejo y no está exenta de conflictividad cuando se suma el crecimiento de las mismas. En la formulación del Plan de Manejo de la Reserva se la caracteriza como de usos múltiples, donde el ambiente y la sociedad en desarrollo tienen relación directa. Participaron especialistas de distintas disciplinas e instituciones para incluir múltiples visiones desde lo técnico. Se presentan y describen las características generales de la Reserva: antecedentes legales, ubicación y límites, fisiografía, suelos, clima y vegetación. Se describen los usos históricos y actuales: manejo y aprovechamiento forestal, maderero y leñero, turístico recreativo, las actividades de investigación y las acciones de restauración. Se detallan los valores de la Reserva: el recurso forestal, los valores naturales para la conservación, los recreativos y turísticos y los culturales y sociales. Posteriormente se precisan las problemáticas y las amenazas para el uso sustentable y la conservación de la Reserva. Se evalúan los incendios, los usos no controlados, las ocupaciones ilegales, el deterioro del suelo, el mal del ciprés, las invasiones de especies introducidas y los problemas derivados del uso público. Se presenta la propuesta de zonificación, objetivos, programas, proyectos y actividades propuestas mediante planes de manejo: del recurso forestal y de productos no madereros, de conservación, restauración y recuperación, de uso recreativo turístico; de prevención y lucha contra incendios; de investigación, de relacionamiento con la comunidad, de resolución de conflictos, de control y vigilancia y de monitoreo y control, concluyendo con los aspectos económicos del manejo. Finalmente, vale destacar que al formular los planes anuales de acción, el reto será adaptar el Plan a contextos cambiantes e inciertos. En un escenario con temas diversos, además de la necesidad del trabajo de especialistas de numerosas ramas, se requiere la participación de la sociedad a través de las instituciones que la representan.

**Palabras clave:** interdisciplinario, ambiente, sociedad.

## La opinión de ciudadanos de Esquel y de otras comunidades de la provincia de Chubut sobre el rol social y económico de los bosques

Carabelli FA <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** *francisco.carabelli@gmail.com*

### Resumen

En Patagonia no se han realizado encuestas mediante una modalidad electrónica sobre la percepción que la gente tiene de los bosques. Con la potencia para la comunicación que hoy posibilitan las así llamadas redes sociales, la indagación acerca de la opinión que personas de distintas edades y territorios tienen sobre el rol social, cultural, económico y ambiental de los bosques adquiere una nueva perspectiva. La presente iniciativa, gestada desde la carrera de Ingeniería Forestal que se dicta en la Sede Esquel de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y realizada durante todo el año 2015, se valió de una encuesta de tipo "multiple choice", que se difundió en todo el país utilizando listas de distribución de correo electrónico de instituciones, organizaciones y profesionales vinculados con la temática y a través de las redes sociales, en este caso con la colaboración de estudiantes de la carrera quienes también diseñaron una página web de soporte. Complementariamente, la encuesta se realizó en forma manual principalmente en escuelas de nivel medio de Esquel, para conocer la opinión de los adolescentes de los últimos cursos. En este trabajo se presentan los resultados, circunscriptos a la provincia de Chubut, de las respuestas brindadas por habitantes de 12 poblaciones distribuidas en todo el territorio provincial, con foco en la ciudad de Esquel, de la opinión de personas de ambos sexos comprendidas en un amplio rango de edades (< de 18 años hasta 70 años) sobre el papel social y económico que desempeñan los bosques en la vida de una comunidad.

**Palabras clave:** encuesta digital, encuesta física, escuelas secundarias.

## La huella ecológica aplicada al análisis de la relación hombre-naturaleza en comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia

Francisco Andrés Carabelli<sup>1\*</sup>, Laura Liliana Forti<sup>2</sup>, Carlos Alfredo Baroli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; <sup>2</sup> Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Chubut; <sup>3</sup>Facultad de Ingeniería y Facultad de Cs. Económicas, Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia SJB.

\* Autor de correspondencia: [francisco.carabelli@gmail.com](mailto:francisco.carabelli@gmail.com)

### Resumen

La Huella Ecológica es una herramienta que permite estimar y expresar en hectáreas los requerimientos de consumo de recursos de una población que están ligados con un área de tierra productiva correspondiente. Asociado con ello, la determinación de la capacidad de carga de un territorio -expresada como superficie bioproductiva- es un factor esencial para dimensionar el peso de las actividades humanas que lo afectan. A su vez, el cálculo de las distintas Huellas específicas – de los alimentos, de la vivienda, del transporte, de bienes y servicios- posibilita el diseño de un andamiaje para basar planes de ordenación del territorio, aun cuando la metodología de cálculo de la Huella no se aplica habitualmente a estos procesos (de ordenación territorial). Con la intención de que pueda utilizarse para tal fin, un equipo integrado por docentes de instituciones universitarias y técnicas desarrolló durante seis años una adaptación de la metodología primaria para aplicarla a comunidades pequeñas y medianas en cuanto a su desarrollo social y económico. Tal adaptación se basó en tres aspectos que pueden considerarse innovadores respecto de la metodología original de cálculo de la Huella: a) la construcción de los conjuntos de datos para calcular las Huellas específicas y las áreas bioproductivas, b) la deducción de factores locales (nacionales) de conversión para el cálculo de la huella energética y c) la proposición de mecanismos para el involucramiento de la población local de modo que pueda ir consustanciándose con esta herramienta. Se sintetizan aquí los principales resultados que se obtuvieron entre los años 2009 y 2015, los que ponen de manifiesto que este indicador puede ser, para la escala de una comunidad, no sólo un potente indicador de los impactos que un estilo dado de vida causa sobre el capital natural sino también una herramienta útil para caracterizar las potencialidades y las restricciones de un territorio que deben ser tenidas en cuenta de manera indispensable para planificar con criterios de sustentabilidad procesos de desarrollo socioproductivo.

**Palabras clave:** capital natural, desarrollo sustentable, planificación.

### Introducción

La Huella Ecológica es un indicador que busca determinar el impacto del consumo de una comunidad dada sobre el medio natural, asociado con un determinado estilo de vida “promedio” o estándar que dicha comunidad se ha dado. En su concepción original, la metodología de cálculo de la Huella emplea información secundaria, proveniente de estadísticas y censos de los que se dispone sobre los distintos consumos vinculados a los alimentos, vivienda, transporte, bienes y servicios. Sin embargo, como señala Matteucci (2005), en nuestros países en vías de desarrollo no siempre se dispone de los valores para calcular la Huella Ecológica, tales como los rendimientos de cada producto en su sitio de producción, especialmente al nivel de las jerarquías jurisdiccionales inferiores a la nacional. Frente a esta situación, un equipo académico y técnico con presencia local y territorial en Patagonia se ha enfocado desde hace algo más de un quinquenio en la modificación parcial de la metodología original, que se está aplicando experimentalmente en comunidades de pequeña y mediana escala –desde cientos a algunas decenas de miles de personas- para conocer la Huella Ecológica de las mismas generando la información necesaria y promoviendo la participación ciudadana.

En este breve texto se describen algunas iniciativas en la provincia de Chubut, que sintetizan las principales características y avances en la aplicación de la modificación metodológica previamente mencionada. El objetivo principal de esta propuesta académica en el mediano plazo es diseñar una herramienta que pueda ser útil para la gestión ambiental en municipios de pequeña y mediana escala referida a la cantidad de habitantes.

### Materiales y Métodos

La Provincia de Chubut comprende un vasto territorio de 224.686 km<sup>2</sup>, que se extiende entre los paralelos 42° y 46° de Latitud Sur. Cuenta con una población de casi 510 mil habitantes, de acuerdo con información del Censo Nacional 2010 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011). La provincia tiene cinco ciudades principales, cuatro de ellas en la zona costera y la restante en el sector cordillerano: *Rawson* que es la Capital provincial, se ubica a ambas orillas del río Chubut, cerca de su desembocadura en el Océano Atlántico; su principal actividad es político-administrativa. *Comodoro Rivadavia*, ubicada sobre la costa del Golfo San Jorge, es la primera ciudad de la Provincia por su cantidad de habitantes, siendo su actividad principal la producción de petróleo, que comenzó en el año 1907. Es además sede de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. *Trelew*, situada sobre la margen izquierda del Río Chubut, y distante 20 km de Rawson, es una ciudad industrial y comercial, de gran crecimiento debido a la radicación de importantes industrias textiles y sintéticas. *Puerto Madryn*, situada en el Golfo Nuevo, es una ciudad cuyas principales actividades son la pesca, la producción de aluminio y el turismo. *Esquel*, por su parte, se encuentra ubicada en el valle homónimo en la zona cordillerana. Su proximidad al Parque Nacional Los Alerces le confiere atributos de ciudad turística, característica que se ve fortalecida por la presencia de un centro de deportes invernales, el único con el que cuenta la Provincia (Carabelli et al. 2000).

En esta última ciudad y en la Villa Futalaufquen, ubicada en el Parque Nacional citado precedentemente, se están desarrollando acciones para conocer su Huella Ecológica, en ambos casos con el acompañamiento de instituciones y personas que se muestran profundamente interesadas por las perspectivas de utilización de este indicador para la toma de decisiones en torno al desarrollo social y productivo de la comunidad.

La Villa Futalaufquen, que ocupa alrededor de 32 hectáreas, es el único asentamiento urbano del Parque Nacional Los Alerces en el noroeste cordillerano de la provincia de Chubut, con alrededor de 50 viviendas y una población ligeramente superior al centenar de habitantes, en su mayor parte empleados de la Administración de Parques Nacionales con sus familias, gendarmes, docentes y empleados de la escuela. Esquel, por su parte, cuenta con una población de 40.000 habitantes y ocupa una superficie aproximada de 600 hectáreas. La actividad económica está centralmente vinculada a la administración pública, tanto en forma directa (salarios principalmente) como indirecta (mayoritariamente mediante obras públicas). El turismo es aún una promesa de actividad dinamizadora de la economía local, que se caracteriza por una marcada estacionalidad. La actividad agropecuaria local carece de la capacidad de generar empleos en cantidad y calidad para incluir a una cantidad significativa de personas. Los comercios y servicios complementan la actividad local.

El análisis de la Huella Ecológica permite estimar los requerimientos de consumo de recursos y de asimilación de basura para una población humana determinada o una economía en términos de un área de tierra productiva correspondiente (Wackernagel & Rees 1996). Como señalan Lenzen & Murray (2003), la Huella Ecológica se concibió originalmente como un método simple y elegante para comparar la sustentabilidad del uso de recursos entre diferentes poblaciones.

En la metodología original, el proceso de cálculo de la Huella Ecológica tiene dos pasos principales: a) Contabilizar el consumo de las diferentes categorías (productos y residuos) en unidades físicas; b) Transformar los consumos en superficie biológica productiva, a través de Índices de Productividad. El consumo se define considerando la producción local y las importaciones de productos a los que se sustraen las exportaciones, mientras que la Huella Ecológica resulta del cociente entre consumo y productividad (el rendimiento de un área productiva). Por ello, los cálculos de la Huella Ecológica se

basan en que por un lado se pueden contabilizar físicamente (en toneladas) los recursos consumidos y que estas cantidades pueden traducirse en área biológicamente productiva (en hectáreas), por el otro. Al mismo tiempo, como bien lo plantean Haberl et al. (2004), la medida puede incluso extenderse a un producto o un proceso económico. Este procedimiento de cálculo es factible cuando se cuenta con la información apropiada. Incluso a nivel de grandes ciudades, existen muchos problemas para obtener los datos necesarios. Esto hace que se tenga que calcular la Huella Ecológica a un nivel muy general que dificulta su utilización como herramienta de actuación local (Rueda Palenzuela 1999). Otro aspecto que complejiza el cálculo de la Huella para grandes ciudades es que las áreas desde donde se importan sus recursos se encuentran distribuidas a lo largo de varias partes del mundo, y, en muchos casos, conocer la productividad en origen de la formidable gama de productos que se consumen en el espacio urbano es una empresa demasiado exigente. Por otra parte, en tiempos de globalización, las ciudades grandes compiten entre ellas por el suministro global de capital natural (Amend et al. 2011).

Para la mayoría de localidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia el desafío principal consiste en generar la información para las categorías específicas de consumo y de áreas productivas, así como caracterizar las productividades en origen de los productos que se importan y los factores de conversión (factores de rendimiento y equivalencia). La obtención de dicha información se realiza tomando en consideración los aspectos metodológicos que se sintetizan en el siguiente esquema (Figura 1):

Categoría de huella	Acciones metodológicas específicas	Productos específicos	Acciones metodológicas generales	Productos generales
Alimentos	Planificar e instrumentar campañas informativas para sensibilizar a la comunidad	Perfil de consumo de alimentos de una comunidad	Involucrar a los gobiernos municipales	Escenarios prospectivos
Bienes	↓	Cuantía de los productos alimenticios consumidos		
Servicios	Diseñar y realizar encuestas en la comunidad (familias, comerciantes)	Sitios de proveniencia de los alimentos		
Vivienda	Determinar tipologías-tipos constructivos de viviendas	Bases de datos con los consumos en las distintas categorías	Deducir factores locales (nacionales) de conversión de escalas y unidades	Estrategias alternativas para un desarrollo productivo con cuidado ambiental
	Gestionar información sobre viviendas (materiales, superficie promedio, cantidad)	Planificación estratégica para el crecimiento edilicio urbano		
Transporte	Establecer una escala según antigüedad y tipo de vehículo	Sistema más eficiente de gestión del tránsito vehicular	Desarrollar un programa informático para el cálculo de la huella	Empoderamiento de ámbitos municipales y organizaciones civiles
	Cuantificar el consumo del parque automotor urbano			
Residuos	Indicar y cuantificar áreas actuales y potenciales para deposición y tratamiento			Propuestas educativas incorporadas a mallas curriculares de estudios secundarios y terciarios
Áreas bioproductivas	Clasificar y cuantificar las áreas municipales con potencial productivo	Cartografía de áreas actuales y potenciales para la producción		

**Figura 1.** Síntesis de los principales aspectos metodológicos del enfoque de Huella Ecológica para comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica (Fuente: Carabelli et al. 2012).

## Resultados

La cuantificación de las Huellas específicas para las localidades de Villa Futalaufquen y Esquel se halla en proceso por lo que los resultados son preliminares. En el caso de la Villa Futalaufquen, deben ajustarse los procedimientos para refinar la información, adicionando nueva a la que ya se ha obtenido (Tabla 1). Respecto de Esquel, las tareas actuales están dirigidas a cuantificar el consumo de bienes y servicios y a determinar las superficies bioproductivas relacionadas. La Huella del Transporte ha sido preliminarmente estimada, aunque de manera similar a la situación de la Villa Futalaufquen, la misma debe perfeccionarse cuando se cuente con nueva información (Tabla 1).

**Tabla 1.** Matriz de superficies por categoría de consumo para las comunidades de Villa Futalaufquen<sup>(1)</sup> y Esquel<sup>(2)</sup>.

Categorías consumo (Has)	Categorías bioproductivas (Has)				
	Agrícola	Pastos	Bosques	Área construida	Energía
Alimentos	20,5 <sup>(1)</sup> 4687 <sup>(2)</sup>	331,5 <sup>(1)</sup> 31.750 <sup>(2)</sup>			
Vivienda			10,8 <sup>(1)</sup>	0,5 <sup>(1)</sup>	156 <sup>(1)</sup>
Transporte					130 <sup>(1)</sup>
Servicios					14.980 <sup>(2)</sup>
Servicios					24,3 <sup>(1)</sup>
<b>Total</b>	<b>649,3<sup>(1)</sup> / 51.417<sup>(2)</sup></b>				

La Villa Futalaufquen, radicada en un Parque Nacional con predominio de bosques nativos, cuenta con una superficie de área forestal suficiente para cubrir los requerimientos de provisión de madera (para construcción y leña) y absorber las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con esta salvedad, el consumo de los habitantes de la Villa en las categorías "Alimentos" y "Servicios" requiere disponer de una superficie anual de producción de 376,3 hectáreas (que resulta de sumar la superficie agrícola, de pastos y de energía, esta última para los servicios). Al disponer de una superficie efectiva de 31,5 hectáreas (proveniente de restar la superficie construida a la superficie "total" en la que se extiende el poblado), el **déficit ecológico** de la Villa es de 344,8 hectáreas, equivalente a casi 11 veces la superficie actual (Carabelli et al. 2011).

Para satisfacer sus hábitos alimenticios de consumo, la población de Esquel se apropia -de manera indirecta, pues la casi totalidad de los productos que consume provienen de territorios extralocales- de una cantidad de hectáreas que llega casi a triplicar el área bioproductiva de la que potencialmente dispone para generar una producción local (Carabelli et al. 2016). Si a esto se adiciona la superficie de bosques en la categoría "Energía" necesaria para absorber las emisiones del parque automotor local, se evidencia que respecto del área que ocupan los bosques comunales en el ambiente periurbano, de 1600 hectáreas, se requiere una superficie que excede esta área en casi 9,4 veces. Aunque preliminares, estas comprobaciones ponen de manifiesto que confrontando dos categorías de consumo -una de las cuales se cuantificó sólo parcialmente- con las categorías bioproductivas correspondientes, se revela un déficit ecológico de 12 veces el área efectivamente disponible.

## Discusión

En el caso de Esquel, este resultado pone de manifiesto que es factible, en tanto se dispone de tierra productiva ociosa dentro del ejido, elaborar estrategias para alentar iniciativas que puedan fortalecer y también diversificar las actividades de producción de alimentos que actualmente se realizan en el territorio comunal. De este modo, se otorga una entidad concreta al planteo

formulado en la Introducción, cuando se señala que la finalidad de esta iniciativa académica es adaptar el concepto del indicador “huella ecológica” a las realidades y necesidades de municipios que no cuentan con la información para calcularlo, y que simultáneamente puedan emplear tal información para promover acciones de desarrollo. Ha sido ésta una de las circunstancias que interesó al Gabinete de Gobierno Municipal para comprometerse activamente en el proceso de cálculo de la Huella Ecológica, pues evidencia que es conveniente y necesario considerar iniciativas de desarrollo productivo y de cuidado ambiental que se demuestren viables, para su implementación a la escala municipal. Desde esta perspectiva, el cálculo de la Huella Ecológica para estas comunidades no se concibe como un punto de llegada sino, por el contrario, como una plataforma de salida que puede mostrar su utilidad para apoyar estrategias de transformación de hábitos y patrones de uso y consumo del capital natural por otros que se demuestren más razonables y sensatos para el sostenimiento y mejoramiento de estos singulares ambientes. Al respecto, Wackernagel & Yount (2000) sostienen que además de permitir analizar la situación presente, la Huella Ecológica proporciona un marco para la planificación sustentable en los ámbitos público y privado.

### Bibliografía Citada

- Amend T, Barbeau B, Beyers B, Burns S, Eißing S, Fleischhauer A, Kus B, Poblete P. 2011. ¿Un Pie Grande en un Planeta Pequeño? Haciendo cuentas con la Huella Ecológica. Triunfando en un planeta con cada vez mayor escasez de recursos. En: La sostenibilidad tiene muchos rostros No. 10. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn. 140 p.
- Carabelli F, Rojas-Córsico I, Alonso J, Menger M, Baroli C. 2016. Desarrollo de un programa informático para el cálculo de la Huella Ecológica de los Alimentos. Teukén-Bidikay, Revista Latinoamericana de Investigación en Organizaciones, Ambiente y Sociedad, en prensa.
- Carabelli F, Baroli C, Forti L, Tabares C. 2012. La Huella Ecológica en la toma de decisiones promotoras del desarrollo municipal. Teukén-Bidikay, Revista Latinoamericana de Investigación en Organizaciones, Ambiente y Sociedad, Vol. 3, 241-260.
- Carabelli F, Forti L, Hessy L, Mendoza N, Baroli C, Tabares C. 2011. Promoviendo la transformación positiva de nuestro impacto sobre el entorno: La Huella Ecológica de la Villa Futalaufquen (Parque Nacional Los Alerces) y su potencial para generar nuevas formas de utilizar el capital natural. En: Actas V Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica (REDIBEC). Disponible en: <http://fich.unl.edu.ar/CISDAV/>
- Carabelli F, Antequera S, Martín G, Gómez M. 2000. Análisis Ambiental y Social de las Cuencas Hidrográficas Cordilleranas de la Prov. del Chubut. Serie Téc. N° 5. CIEFAP-GTZ-DGBYP. 60 p.
- Haberl H, Wackernagel M, Krausmann F, Erb KH, Monfreda C. 2004. Ecological footprints and human appropriation of net primary production: a comparison. *Land Use Policy* 21: 279-288.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2011. Provincia del Chubut. Población total y variación intercensal absoluta y relativa por departamento. Años 2001-2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010. Disponible en: [http://www.estadistica.chubut.gov.ar/archivos/Censo2010/poblacion/P1-\\_Chubut.xls](http://www.estadistica.chubut.gov.ar/archivos/Censo2010/poblacion/P1-_Chubut.xls).
- Lenzen M, Murray S. 2003. Ecological Footprint – Issues and Trends. The University of Sydney. ISA Research Paper 01-03. 27 p.
- Matteucci SD. 2005. De la Ecología Urbana a la Urbanoecología. *Fronteras* Vol. 4 (4):18-30. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA.
- Rueda Palenzuela S. 1999. Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana. Fundació Fòrum Ambiental. 40 p.
- Wackernagel M, Yount JD. 2000. Footprints for sustainability: the next steps. *Environment, Development and Sustainability* 2:21-42.
- Wackernagel M, Rees W. 1996. Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth. The New Catalyst, Bioregional Series 9, New Society Publishers, Gabriola Island, BC, 160 p.

## Bases para mejorar acciones de gestión de recursos forestales en un predio del noroeste cordillerano de Chubut con producción diversificada

Francisco Carabelli<sup>1\*</sup>, María Figueroa<sup>2</sup>, Guillermo Giordana<sup>3</sup>, Juan Monges<sup>4</sup>, Ezequiel Oliva<sup>5</sup>, Verónica Olivo Mainetti<sup>6</sup>, Marcela Schiappacassi<sup>7</sup>, Natalia Vallejos<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia SJB; <sup>2</sup>Becaria de Posgrado UNPSJB; <sup>3</sup>Dirección de Parques y Jardines, Municipalidad de San Carlos de Bariloche; <sup>4</sup>CIEFAP; <sup>5</sup>CORFONE SA; <sup>6</sup>Subsecr. de Bosques de Chubut – Fac. Ingeniería, sede Esquel, UNPSJB; <sup>7</sup>SENASA.

\* Autor de correspondencia: [francisco.carabelli@gmail.com](mailto:francisco.carabelli@gmail.com)

### Resumen

Para poder afrontar el proceso de gestión de un área forestal con usos múltiples como lo es el Campo Experimental Agroforestal Trevelin (CEAFT) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), es necesario generar un espacio amplio e integrador para planificar a niveles estratégicos, tácticos y operativos. La planificación es una de las claves de cualquier proceso de gestión y demanda tanto capacidad técnica como disponibilidad de medios y recursos para poder realizarse. Como parte de un ejercicio académico realizado durante un curso de posgrado sobre gestión forestal, se propuso integrar los trabajos de cada uno de los estudiantes y efectuar un análisis de conjunto con el propósito que ese esfuerzo de integración representase un aporte a la gestión de un área forestal como la del CEAFT, cuya administración se orienta a un uso diversificado de los distintos recursos con los que cuenta. El enfoque metodológico adoptado fue el del análisis FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas) y a partir de considerar distintos fines en términos de optimizar procesos de gestión interna, se diseñaron cinco estrategias principales, con sus respectivas propuestas de instrumentación, que podrían contribuir a la mejora concreta de tales procesos: a) Obtener un mejor valor de la madera, b) Industrializar los residuos forestales, c) Instrumentar un sistema eficiente de control de plagas forestales, d) Disminuir a un mínimo la ocurrencia de focos de incendios forestales y los daños, e) Optimizar las prestaciones de un Sendero de Interpretación Ambiental. Se destaca que las prácticas de carácter productivo y de protección para las que se diseñaron las estrategias se hallan entre aquellas que se realizan actualmente y que muestran potencial para prosperar.

**Palabras clave:** planificación, análisis FODA, estrategias de mejora.

### Introducción

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) posee su sede central en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 21 centros regionales distribuidos en todo el país. El centro regional Patagonia Sur posee tres estaciones experimentales agropecuarias o agroforestales (EEA y EEAF respectivamente): EEA Chubut, EEA Santa Cruz y EEAF Esquel. La Estación Experimental Agroforestal Esquel (EEAF Esquel) tiene un Campo Experimental, ubicado en la localidad de Trevelin, donde se desarrollan trabajos de investigación, extensión, producción, conservación y capacitación vinculados a la silvicultura, ganadería y agricultura. El Campo Experimental Agroforestal Trevelin (CEAFT) se encuentra localizado a los 43°07'20.8'' latitud Sur y 71°33'40.6'' longitud Oeste, en la zona centro cordillerana de la provincia del Chubut -lindante con el Parque Nacional Los Alerces y a diez kilómetros de la Localidad de Trevelin-, con una superficie total de 3000 ha. Este extenso territorio posee la diversidad de ambientes propia de los Bosques Andino Patagónicos, con un valle principal a los 400 msnm y bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga) a los 1100 msnm, pasando por ambientes de *Nothofagus antartica* (ñire) y *Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera) degradados por fuego. Las actividades que se realizan son de índole agrícola (producción de peonías, otras especies florales, pasturas y producción de fruta fina), ganadera (producción animal de ovinos y bovinos) y forestal (viverización de especies nativas e introducidas; manejo silvícola; prevención y control de incendios forestales, plagas y enfermedades; recolección y procesamiento de semillas forestales; procesamiento y tratamiento de madera y mejoramiento

genético en pinos). La existencia de un Sendero de Interpretación productivo y ambiental fomenta el conocimiento del medio natural y de las distintas producciones que allí se desarrollan. Con tal perspectiva, puede aseverarse que el CEAFT es un amplio predio, con predominio de zonas forestales, en el que se tiende a la práctica del uso múltiple. En tal contexto, una Asociación cooperadora colabora en la gestión y puesta en marcha de las distintas actividades. El organigrama del CEAFT contempla un Jefe de Campo que responde al Coordinador Forestal de la EAAF Esquel y tiene a su cargo la administración, control y fiscalización de los recursos del predio. Dispone para ello de 23 personas con una estructura interna que atiende los sectores de Administración, Producción, Servicios generales, Protección e INTA propiamente dicho.

A partir de la preparación de monografías técnicas individuales que representaron la instancia de evaluación de un curso de posgrado sobre gestión forestal, cuya integración dio posteriormente lugar a un trabajo académico, se consideró oportuno redactar este artículo en el marco de las Jornadas Forestales, considerando que el propósito de las monografías fue el de contribuir a las actividades de gestión que se llevan adelante en el CEAFT. Con tal perspectiva, los objetivos que tuvo el trabajo fueron (Carabelli et al. 2014): a) Realizar un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas enfocado en ciertos rubros de la actividad forestal y en la de interpretación ambiental que se realizan en el CEAFT; b) Componer estrategias que propicien el mejoramiento de los procesos de gestión del CEAFT a partir de identificar prácticas de carácter productivo y de protección que muestran potencial para prosperar.

### **Metodología**

La matriz FODA es una de varias posibles herramientas para propiciar una mirada diagnóstica de la propia institución y del contexto y que tiene una valiosa utilidad si los miembros de la institución acuerdan realizar un análisis exhaustivo, crítico y amplio de la realidad interna y del contexto cultural, económico, social y ambiental tanto local como regional e incluso nacional en el que la institución debe desempeñarse. El principal objetivo de un análisis FODA es ayudar a una organización a encontrar sus factores estratégicos críticos, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales. Tales cambios conllevan consolidar las fortalezas, minimizar las debilidades, aprovechar las ventajas de las oportunidades y contrarrestar las amenazas. Al proponerse realizar un análisis FODA, es importante, tal como plantean Otero & Gache (2006), que la organización tenga en cuenta que en orden de precedencia viene el objetivo que la organización quiere alcanzar, lo cual determina las fortalezas y debilidades que para ése objetivo presenta la misma y recién después y en función de entorno elegido van a aparecer las oportunidades y amenazas como una consecuencia lógica de las decisiones anteriores. El análisis FODA se estructura del siguiente modo (Figura 1):

<b>ANÁLISIS EXTERNO</b>		
<b>ANÁLISIS INTERNO</b>	<b>Oportunidades</b> <i>Son factores <u>positivos</u> provenientes de procesos exógenos o del entorno que tienen impacto en la organización considerada y que, aprovechados adecuadamente, pueden favorecer o contribuir con el desarrollo de las estrategias que se planteen.</i>	<b>Amenazas</b> <i>Son factores <u>negativos</u> provenientes de procesos exógenos o del entorno que afectan a la organización considerada y que, por lo tanto, pueden impedir o dificultar el desarrollo de las estrategias que se planteen.</i>
<b>Fortalezas</b> <i>Son factores, cualidades o características <u>positivas</u> endógenas o particulares de la organización considerada que favorecen o contribuyen a la puesta en marcha de un proceso estratégico de cambio.</i>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #e0f2f1;"> <p style="text-align: center;"><b>Oportunidades aprovechables para las Fortalezas</b></p> </div> <p style="text-align: center;"><b>POTENCIALIDADES</b></p>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #e0f2f1;"> <p style="text-align: center;"><b>Amenazas contrarrestadas por las Fortalezas</b></p> </div> <p style="text-align: center;"><b>RIESGOS</b></p>
<b>Debilidades</b> <i>Son factores, cualidades o características <u>negativas</u> endógenas o particulares de la organización considerada que impiden o dificultan su desarrollo. Se asimilan al concepto de problemas.</i>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #e0f2f1;"> <p style="text-align: center;"><b>Oportunidades que se aprovecharán si se superan las Debilidades</b></p> </div> <p style="text-align: center;"><b>DESAFÍOS</b></p>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #e0f2f1;"> <p style="text-align: center;"><b>Amenazas que no se podrán contrarrestar mientras no se superen las Debilidades</b></p> </div> <p style="text-align: center;"><b>LIMITACIONES</b></p>

**Figura 1.** Representación esquemática de una matriz FODA, también conocida como matriz de confrontación.

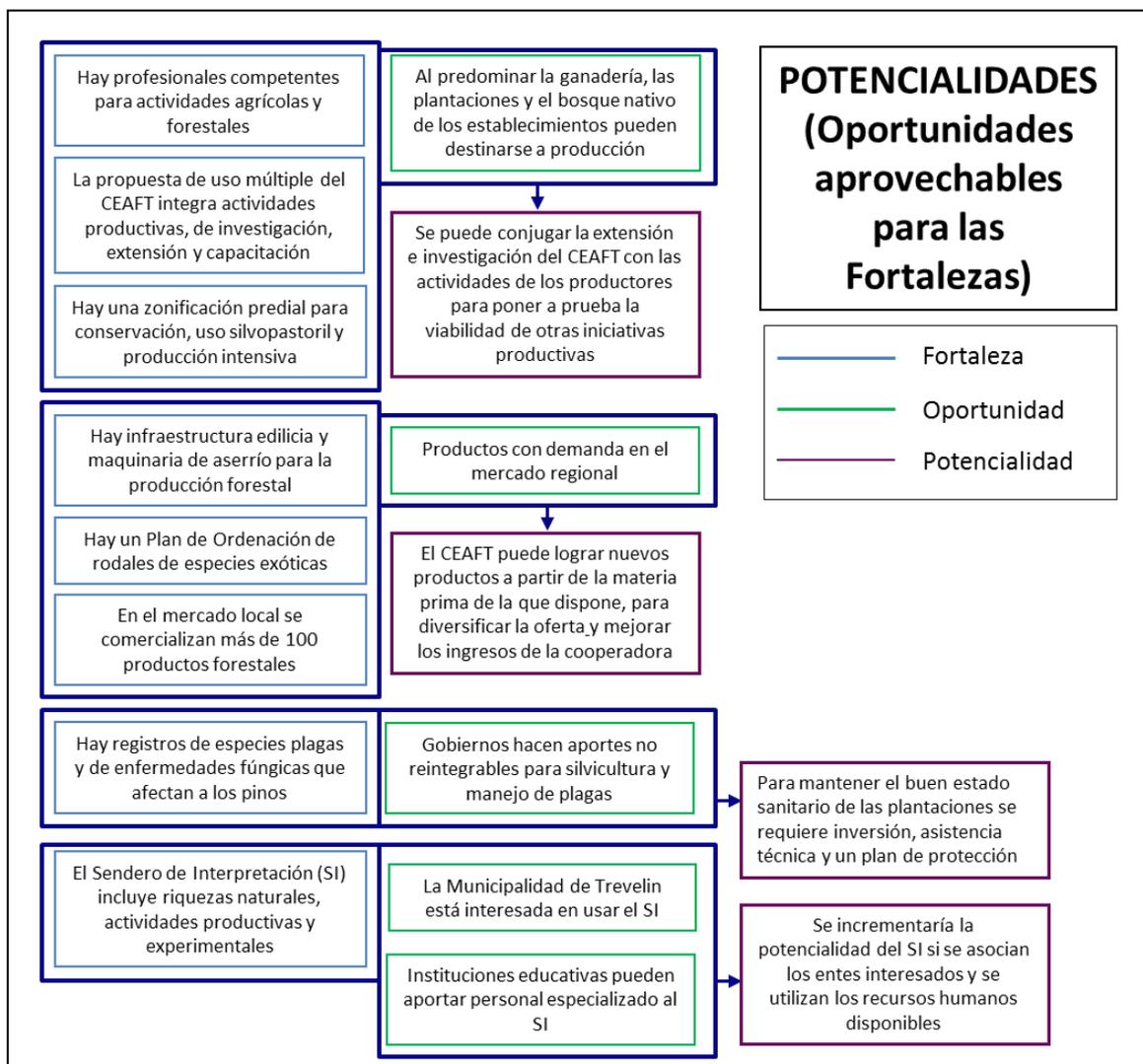
El procedimiento que se adoptó para realizar el análisis FODA tuvo dos etapas: 1) Se consideraron distintos fines en términos de optimizar algún proceso de gestión dentro del CEAFT. Para cada fin propuesto se tuvieron en cuenta los factores del ámbito interno y del entorno, se confrontaron y se elaboraron matrices específicas. 2) Se integraron los fines y los análisis FODA respectivos y se construyó una matriz única que sirvió como plataforma de partida para diseñar las estrategias.

## Resultados

Los fines que se identificaron para realizar el análisis FODA fueron los siguientes:

1. *Generar ingresos económicos* desde el CEAFT para invertir en la compra de maquinaria que procese y re-manufacture los rollizos de madera.
2. *Agregar valor a la madera* de pinos blancos para incrementar el ingreso económico de las explotaciones forestales de medianos y pequeños productores asociados (aquellos que integran la asociación cooperativa principalmente).
3. *Diversificar la paleta de productos forestales* a partir de aprovechar los residuos forestales generados por el aserradero, para la obtención de productos que puedan insertarse en la actividad comercial del CEAFT.
4. *Establecer los principales requerimientos de un plan de protección forestal* con foco en las medidas para el manejo de las plagas detectadas, la cuantificación del daño, prevención y control de las mismas, en las plantaciones de pino que pertenecen al CEAFT, así como para la prevención de focos de incendios forestales.
5. *Optimizar el rendimiento del sendero interpretativo* del CEAFT, generando un cambio que le permita transformarse en una herramienta de interpretación ambiental completa.

Luego de identificar Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas, se realizó el análisis que combina los cuatro factores, como consecuencia del cual pudieron derivarse las Potencialidades, Desafíos, Riesgos y Limitaciones que muestran la situación actual en el CEAFT. A modo de ejemplo se presenta el cuadro de Potencialidades para ilustrar los resultados (figura 2).



**Figura 2.** Detalle de Fortalezas y Oportunidades, de cuya combinación surgen las Potencialidades.

Sobre la base de estos análisis se estructuraron cinco estrategias principales, cada una de las cuales tiene un desarrollo in extenso que no puede exponerse en el artículo por razones de espacio.

#### **Estrategia 1:** *Obtener un mejor valor de la madera*

Mediante la tecnificación y optimización de procesos se logrará obtener un mejor valor de la madera que se verá reflejado en el sector primario forestal que hoy en día se encuentra sin rumbo productivo.

#### **Estrategia 2:** *Industrializar los residuos forestales*

Las acciones que involucra esta estrategia son: a) Ubicar el punto principal de acopio de residuos cerca de la planta de transformación; b) Establecer puntos de acopio secundarios de residuos forestales, c) Diagramar una red de vinculación entre los puntos de acopio secundarios con el principal, previendo fácil acceso para su traslado, d) Construir un galpón para el procesado – transformado de los mismos, como anexo al aserradero, e) Dictar charlas informativas y armar trípticos para difusión de los nuevos productos, remarcando sus beneficios y ventajas comerciales.

**Estrategia 3. Instrumentar un sistema eficiente de prevención y control de plagas forestales**

El plan sanitario requiere que se aborde como primera instancia la conformación de un equipo de trabajo específico, para luego definir las capacitaciones necesarias que consoliden los criterios a considerar para el manejo de las plagas presentes. Simultáneamente, la obtención de la información de base del estado sanitario de las plantaciones y su procesamiento en gabinete son necesarios para la cuantificación de daños y determinación de las tareas de manejo.

**Estrategia 4. Disminuir a un mínimo la ocurrencia de focos de incendios forestales y los daños**

En el marco de un esquema preventivo de protección forestal se identifican los caminos de 1° y 2° orden como los de mayor riesgo, en los que se recomienda reducir la carga combustible al máximo a ambos lados del camino. Se propone favorecer la instalación de un estrato herbáceo bajo y palatable de 20 metros de ancho, que sea mantenido mediante pastoreo rotativo con boyero eléctrico. Se debe considerar la readecuación del componente de plantación forestal, a modo de una faja contigua de 50 m de ancho para uso silvopastoril, donde la continuidad vertical de combustible entre los estratos herbáceo y arbóreo se interrumpa a través de fuertes podas.

**Estrategia 5. Optimizar las prestaciones del Sendero de Interpretación**

En todos los escenarios que componen el paisaje del Sendero en el CEAFT hay experiencias de vida que pueden transmitirse al visitante, por lo que la elección del intérprete es fundamental. Tanto en distintas carreras de la Sede Esquel de la Universidad relacionadas con los recursos naturales y con el turismo, así como en institutos de formación terciaria pueden encontrarse los candidatos para esta tarea, quienes una vez seleccionados se capacitarán con un técnico del INTA. El municipio de Trevelin, debido a su interés en el tema, puede generar pasantías rentadas para poder pagar a los intérpretes seleccionados, quienes participarían no solo en el recorrido guiado del Sendero, sino también como aprendices en la secretaría de turismo.

**Agradecimientos**

Al MSc. Ing. Ftal. Luis Tejera, Coordinador del Área Forestal de la Estación Experimental Agroforestal Esquel del INTA y docente invitado del Curso "Fundamentos de la Gestión Forestal", por su inestimable ayuda, entusiasmo y discusiones compartidas.

**Bibliografía citada**

Carabelli F, M Figueroa, G Giordana, J Monges, E Oliva, V Olivo Mainetti, M Schiappacassi, N Vallejos. 2014. Bases para optimizar acciones de gestión sobre recursos forestales en el CEAFT-INTA, Provincia de Chubut – Argentina. Publicación académica de la Maestría en Gestión Sanitaria Forestal, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 38 p.

Otero D, FL Gache. 2006. Evoluciones dinámicas en el Diagrama FODA. Revista Científica "Visión de Futuro", Año 3, N° 2(6):27-40. Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Misiones.

## Diseño de un plan de conservación para el Bosque de Pehuenes de Primeros Pinos, Provincia de Neuquén

Carrizo C<sup>1</sup>, Martínez AHM<sup>2</sup>

1 Secretaría de Ambiente y Espacios Verdes, Municipalidad de Zapala

2 Agencia de Extensión Rural Zapala, EEA Bariloche, INTA

**Autor de correspondencia:** *claudiacarrizo@ymail.com*

### Resumen

Se realizó el diseño de un plan de conservación y restauración para el bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, en el paraje de Primeros Pinos situado en la Precordillera Neuquina (ubicación: 38° 52' 7" S; 70° 34' 48" O; Departamento Picunches, Provincia de Neuquén). La zona de intervención es un área de 12 ha, la cual pertenece a la Municipalidad de Zapala, en donde se desarrollan actividades turísticas tales como: actividades de montaña, gastronomía y parque de nieve, esta última como actividad principal. A su vez es un sitio de permanencia de la actividad de trashumancia que realizan los crianceros de la zona centro de la Provincia. Este lugar se encuentra en la actualidad presionado fuertemente por la acción antrópica. Los incorrectos modos de recolección de piñones y las inadecuadas prácticas de las actividades ya mencionadas han generado la degradación del mismo. A través de este Plan, relevando la situación actual, se pretende la coexistencia del desarrollo turístico, las prácticas de la trashumancia y la preservación y restauración del bosque nativo. Este proyecto fue presentado y aprobado en el marco de la Ley Provincial 2780 de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos, y es realizado por la Municipalidad de Zapala y la Agencia de Extensión Rural Zapala del INTA. La primera etapa de abordaje fue la cosecha de semillas (temporada 2016) para la producción de plantines destinados a la reforestación de lugares sin regeneración. La viverización de semillas se desarrolla en el vivero municipal y en escuelas de la ciudad pretendiendo que los niños relacionen al piñón con una futura planta. Se comenzó con el inventario forestal, midiendo variables dasométricas y estado sanitario de las araucarias. Respecto de las otras actividades, se plantea la zonificación y delimitación de las áreas para los usos establecidos (pista de nieve, sendero de trekking, sectores de reforestación y senderos interpretativos). Se diseñará también un plan de difusión mediante cartelería y talleres, cuyo eje principal estará orientado a la concientización sobre la conservación y cuidado del bosque nativo.

**Palabras clave:** araucaria, restauración, concientización.

## Planificación de manejo forestal multifuncional de los bosques comunales del norte de la Provincia de Neuquén

Castañeda MS<sup>1</sup>, Muñoz O<sup>2</sup>, Loguercio G<sup>3</sup>, Monte CB<sup>4</sup>, Mateo P<sup>2</sup>, Stecher G<sup>4</sup>, Fariña M<sup>5</sup>

1 Bosque Modelo Norte del Neuquén, Programa Nac. Bosques Modelo, Dir. Bosques, MAyDS

2 Dirección de Gestión de Bosques Nativos, Neuquén

3 CIEFAP

4 AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

5 Subsecretaría de Producción, Ministerio de Producción y Turismo, Neuquén

Autor de correspondencia: mcastaneda@ambiente.gob.ar

### Resumen

La actividad forestal del Norte neuquino surgió como posibilidad de transformación productiva ante el éxodo poblacional provocado por la falta de fuentes de trabajo. Ésta se consideró una alternativa viable a la ganadería transhumante y a la actividad minera (en franco retroceso en los años '60) y que podría ayudar no sólo a revertir el despoblamiento sino también a mitigar los procesos erosivos. En el año 1967 se crea el Vivero Provincial Huingangco lográndose la plantación de más de 2.400 ha de bosques de coníferas en convenio con el Gobierno Provincial, los cuales hoy comprenden los Bosques Comunales de Huingangco, Andacollo, Las Ovejas y Varvarco. De esta manera se generaron nuevos puestos de trabajo, proyectándose en el manejo silvícola un horizonte y a largo plazo una etapa industrial. Con el avance de la actividad, la Provincia cede a los municipios la gestión de los bosques para así enfrentar la problemática social de sus localidades; de esta manera, con fuerte apoyo del Estado Provincial, se obtienen los recursos para contratación de personal y la provisión de insumos y herramientas. A pesar de los esfuerzos realizados, la realidad muestra a estas masas forestales con una considerable falta de manejo, comprometiendo la multifuncionalidad que estas brindan: protección de suelos, provisión de leña, postes, varas y material aserrable de manera sostenida, paisaje, recreación, entre los principales. Ante este escenario, por iniciativa del Bosque Modelo Norte del Neuquén y con el apoyo de la Dirección de Recursos Forestales de la Provincia, nació un proyecto pensado desde una base de cooperación interinstitucional, involucrándose organismos nacionales y provinciales (CIEFAP, AUSMA–UNCo). Dicho proyecto adoptó un enfoque participativo local, promoviendo un proceso sustentable y apropiable tanto a nivel social como ambiental para sus comunidades, y de consensos permanente con los Municipios. Se han realizado el inventario forestal y talleres participativos, y actualmente se avanza en la planificación estratégica en función del potencial, usos y recursos municipales disponibles.

**Palabras clave:** gestión participativa, cooperación institucional, Departamento Minas.

## Evaluación del riesgo de caída de árboles en áreas recreativas de la Patagonia

Chauchard L<sup>1,2</sup>

1 Administración de Parques Nacionales

2 Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue

Autor de correspondencia: *chauchard@smandes.com.ar*

### Resumen

En importantes zonas boscosas de uso turístico de la Patagonia cordillerana es frecuente que el estado de los árboles genere un riesgo para las personas, los bienes y la infraestructura. Desde 2012, se está desarrollando una guía ordenada de clasificación para: a) poseer un listado completo de los factores o variables relacionadas con la estabilidad y el riesgo de colapso de los árboles, b) desarrollar un método cuantitativo de evaluación del riesgo que facilite el monitoreo del estado de ciertos árboles y c) promover la minimización de los riesgos de incidentes en las áreas recreativas. Se ha desarrollado un sistema de clasificación en base al concepto de Criterios e Indicadores (C&I) de riesgo, que permite asignar un puntaje a cada Indicador, con lo cual es posible puntuar cada criterio y finalmente mediante una fórmula de multiplicación ponderada, obtener un Índice de Riesgo (IR) para el árbol. Este Índice permite segregar los árboles que, en caso de continuar en pie, debieran ser monitoreados en su estado. El sistema se compone de 3 Criterios y 17 Indicadores y para la elaboración de la Guía se consideraron las principales especies arbóreas presentes en las áreas de recreación patagónicas. Aunque el sistema es robusto y de simple aplicación, para una aplicación eficaz, se recomienda realizar una capacitación técnica.

**Palabras clave:** silvicultura preventiva, estabilidad del árbol, usos del bosque.

## Parcelas agroforestales en el Norte de la Provincia de Neuquén

Godoy MM <sup>1,2,3</sup>, Muñoz OA <sup>4</sup>, Defossé GE <sup>1,2,3</sup>

1 CIEFAP

2 CONICET

3 Facultad de Ingeniería, sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

4 Dirección General de Recursos Forestales, Provincia de Neuquén

**Autor de correspondencia:** [mmgodoy@ciefap.org.ar](mailto:mmgodoy@ciefap.org.ar)

### Resumen

La actividad económica principal del Departamento Minas, en el Norte de la Provincia de Neuquén, es la ganadería caprina extensiva. Esta ganadería es practicada en forma ancestral por alrededor de 1500 familias de campesinos, denominados crianceros, con el sistema de trashumancia y sobre campos naturales. Su economía es de subsistencia, complementada con ocasionales ventas de excedentes caprinos. Luego de algunos encuentros con 16 de estas familias, se les propuso instalar una parcela agroforestal con un cerco y un sistema de riego en una superficie de hasta 1 ha por predio. Éstas fueron realizadas por ellos mismos, quienes luego de hacer el cerco, plantaron los árboles para la producción de madera a largo plazo, arbustos para obtener leña en el mediano plazo, y sembraron especies de pastos para los animales como producto del corto plazo. Las especies arbóreas se eligieron en base a las que ya hubieran demostrado una buena adaptación en la zona y cuyos plantines se produjeran en los viveros locales, como *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus americana*, *Populus* sp., y *Eleagnus angustifolia*, este último para leña. A éstas se les adicionó la siembra de pasturas (agropiro, alfalfa, trébol blanco, trébol rojo, vicia, pasto ovilla, etc.), según las condiciones particulares del suelo de cada predio. La supervivencia de las especies forestales presentó un rango de entre 66 y 100% a los dos años de plantación. El crecimiento en altura fue de hasta 20 cm en algunos casos y las plantas se presentaron vigorosas promovidas por el riego. Las fallas fueron debidas a daños por liebre o a defectos en el riego en lugares en donde el agua no llegó adecuadamente a las plantas. Estas parcelas están al cuidado de las familias, y su producción no sólo no competirá con la actividad principal que ellos tienen, sino que la complementará, brindando en un futuro cercano bienes que en la actualidad son escasos (leña, madera y pastos tiernos) y muy onerosos.

**Palabras clave:** forestales valiosas, riego, alternativas crianceros.

## Ensayos de asistencia a la regeneración natural en un bosque bajo manejo, propiedad de una comunidad indígena

González Peñalba M<sup>1</sup>, Lara AM<sup>1</sup>, Clerici C<sup>1</sup>, Fernández M<sup>1</sup>, Lozano L<sup>1</sup>, Pastorino MJ<sup>2,3</sup>, Azpilicueta MM<sup>2</sup>, Martínez AHM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área Forestal, Departamento de Conservación y Manejo, Parque Nacional Lanín

<sup>2</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

<sup>3</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** *forestallanin@apn.gov.ar*

### Resumen

La regeneración natural en bosques bajo manejo con alta presión antrópica (e.g. presión de pastoreo) en ocasiones se vuelve incierta, y en tales casos resulta recomendable asistir a través de plantaciones de baja densidad. Aquí se exponen la experiencia y los primeros resultados de ensayos de asistencia a la regeneración natural en rodales correspondientes a un Plan de Manejo Forestal que se ejecuta en la propiedad privada comunitaria de la Comunidad Mapuche Curruhuinca. El área bajo manejo abarca una superficie total de 35 hectáreas y se ubica en la Zona Lácar de la Reserva Nacional Lanín, jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales, a unos 15 km de San Martín de los Andes, Provincia del Neuquén. Luego del aprovechamiento en cada tranzón o superficie anual de corta, se impone la obligación operativa de protegerla contra el ingreso de ganado. El proceso de regeneración natural que debiera iniciarse como consecuencia del manejo se ha reforzado con estos ensayos de asistencia a la misma, realizados en 2012, 2013 y 2015. Las plantas fueron producidas por la Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal de la EEA Bariloche del INTA, a partir de semillas cosechadas en los mismos bosques (procedencia local) por personal de dicha dependencia y del Parque Nacional Lanín. Las plantaciones fueron realizadas por los propios pobladores que se dedican al aprovechamiento forestal, con apoyo del personal del Parque. Se han plantado un total de 990 individuos de roble pellín y raulí. En 2015 se realizó el mayor esfuerzo, utilizando 664 plantas de 7 años, las que fueron distribuidas en una superficie aproximada de 3 hectáreas. Se ha monitoreado el prendimiento de las plantaciones, el que alcanza altos porcentajes. Al referido objetivo de complementar la regeneración natural que se espera se produzca en los sitios bajo manejo forestal, se agregan otros de gran importancia como son la extensión hacia la Comunidad Curruhuinca acerca de la importancia del manejo sustentable de sus recursos y la experimentación en materia de plantaciones con especies forestales nativas.

**Palabras clave:** plantación, procedencia local, extensión.

## Diferentes escenarios para la gestión y conservación de los bosques de ñire de Tierra del Fuego: un enfoque de los modelos de estados y transiciones

Huertas Herrera A<sup>1</sup>, Toro Manríquez M<sup>1</sup>, Soler R<sup>1</sup>, Lencinas MV<sup>1</sup>, Peri PL<sup>2</sup>, Benitez J<sup>1</sup>, Rosas YM<sup>1</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC - CONICET

<sup>2</sup> INTA - Universidad Nacional de la Patagonia Austral - CONICET

**Autor de correspondencia:** [alejandrohuertasherrera@gmail.com](mailto:alejandrohuertasherrera@gmail.com)

### Resumen

Tierra del Fuego alberga extensas áreas silvestres que continúan siendo incorporadas dentro de un manejo más intensivo. Así, por ejemplo, la decidua *Nothofagus antarctica* (ñire) contiene ensambles de especies únicas, pero se encuentran poco representada dentro de las áreas protegidas. Por ello, el uso actual de los sistemas silvopastoriles en los bosques de ñire requiere de un manejo adaptativo para el mantenimiento de su biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos en el largo plazo ya que se encuentra prácticamente en tierras privadas. En este sentido, los modelos de estados y transición (ME&T) proveen una poderosa herramienta de análisis y decisión para describir cambios debido a disturbios naturales y humanos. El objetivo fue definir las posibles fases y estados de los bosques de ñire en el contexto de los ME&T, dilucidando y discutiendo diferentes escenarios para su manejo y conservación en Tierra del Fuego. El ME&T propuesto consideró valores de intensidad (bajo, medio, alto) de los conductores de cambio (CC) para construir un diagrama comprensivo de clasificación de estos posibles escenarios (por ej. conservación, silvicultura, manejo silvopastoril). El grupo de trabajo organizó discusiones con actores sociales claves relacionados con el manejo de los bosques nativos para definir los ME&T y CC prioritarios, y se validó la propuesta a través de talleres participativos y trabajos de campo donde se verificaron las diferentes situaciones. Como resultado, cinco principales CC fueron reconocidos: aprovechamiento forestal, ganadería, fuego, patógenos y volteo por vientos. De ellos, se definieron 10 estados (por ej. bosque semi-abierto con poca regeneración), 8 transiciones irreversibles y más de 20 posibles combinaciones entre fases de desarrollo y CC. Los resultados de esta investigación sostienen la idea de que un nuevo paradigma como base para definir y guiar futuros estudios de campo en los bosques subantárticos manejados es esencial para desarrollar nuevas prácticas de gestión e iniciar actividades preliminares de conservación en los bosques de ñire.

**Palabras clave:** conductores de cambio, silvopastoril, conservación.

## Dinámica espacio-temporal de la productividad primaria neta de la cubierta forestal de la Patagonia argentina

Huertas Herrera A<sup>1</sup>, Peri PL<sup>2</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC-CONICET

<sup>2</sup> INTA - Universidad Nacional de la Patagonia Austral - CONICET

**Autor de correspondencia:** [alejandrohuertasherrera@gmail.com](mailto:alejandrohuertasherrera@gmail.com)

### Resumen

La productividad primaria neta (PPN) terrestre cuantifica la cantidad de energía solar convertida en biomasa (mediante la fotosíntesis) por unidad de tiempo y espacio. Es una variable clave para comprender múltiples procesos ecosistémicos y el intercambio de carbono entre la biota y la atmósfera. El objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica interanual de la PPN de las diferentes regiones forestales y provincias de la Patagonia argentina desde el año 2000 al 2015. Para ello utilizamos datos satelitales anuales de la PPN ( $\text{gr.m}^2.\text{año}^{-1}$ ) del proyecto MOD17-MODIS de la NASA, y los interceptamos con las regiones forestales (RF): bosque andino-patagónico (BAP), espinal (E) y monte (M) de cada una de las seis provincias administrativas que conforman la Patagonia: Río Negro, Neuquén, Chubut, La Pampa, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Para discriminar la cubierta forestal de otros tipos de coberturas (cuerpos de agua, pastizales) utilizamos datos generados por Global Forest Change (GFC) (Hansen/UMD/Google/USGS/NASA). Los geoprocesos se llevaron a cabo en un SIG, y los subsecuentes datos fueron analizados mediante ANOVAs. Los resultados revelan mayor contribución de PPN (media  $\pm$  desviación estándar) en BAP ( $647,3 \pm 23,3 \text{ gr.m}^2.\text{año}^{-1}$ ), seguido por M ( $476,7 \pm 31,4 \text{ gr.m}^2.\text{año}^{-1}$ ) y E ( $387,9 \pm 61,7 \text{ gr.m}^2.\text{año}^{-1}$ ), estas diferencias fueron significativas ( $p < 0,05$ ). Se encontró una importante disminución de la PPN en las RF de M y E, 7 % y 15 % respectivamente comparada con el año 2000. Por el contrario, en el BAP la PPN aumentó aproximadamente un 3 %. Este comportamiento de la PPN en el BAP fue distinto entre provincias ( $p < 0,05$ ), destacándose una marcada tendencia negativa ( $R^2 = 0,81$ ) en Tierra del Fuego, donde se observa una menor fijación de carbono y acumulación de biomasa en los bosques influidos por el clima antártico. Se abordan y discuten implicaciones regionales de la dinámica de la PPN.

**Palabras clave:** regiones forestales, MOD17, Bosque Andino Patagónico.

## Actualización de la clasificación de tipos forestales y cobertura del suelo de la región Bosque Andino Patagónico

Diego A. Mohr Bell <sup>1,2\*</sup>, Gastón M. Díaz <sup>1,3</sup>, José Daniel Lencinas <sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Área de Geomática, CIEFAP; <sup>2</sup> Nodo regional Bosque Andino Patagónico, Dirección de Bosques, MAyDS; <sup>3</sup> CONICET

\*Autor de correspondencia: [dmohrbell@ciefap.org.ar](mailto:dmohrbell@ciefap.org.ar)

### Resumen

Desde principios de siglo se han realizado trabajos de clasificación y mapeo de la vegetación de la región del Bosque Andino Patagónico (BAP). En los últimos años, se ha incrementado la demanda de un mapa actualizado y más detallado de la cobertura del suelo, lo que dio lugar a que el CIEFAP y el MAyDS realizaran un trabajo de actualización de la clasificación de tipos forestales y cobertura del suelo de la región BAP, recientemente finalizado. Nuestro objetivo es presentar los resultados más destacados de dicho trabajo de actualización. Se utilizó una metodología y leyenda únicas para toda la región, acordados entre las jurisdicciones locales, el Nodo BAP (CIEFAP-MAyDS) y la Dirección de Bosques de la Nación (MAyDS). La leyenda constó de 3 niveles jerárquicos, siendo el Nivel 1 el más general con las clases Tierras Forestales (TF), Otras Formaciones Leñosas (OFL) y Otras Tierras (OT). Los niveles inferiores estuvieron constituidos por subclases de los anteriores. Se utilizaron datos satelitales SPOT 5 (obtenidos a través de un convenio con CONAE), datos Landsat multitemporales, un modelo digital de elevación e información espacial previa. El procesamiento de los datos consistió de dos fases consecutivas, una semi-automática con Análisis de Imágenes Basado en Objetos (AIBO), y otra de interpretación visual. En esta última se integró el conocimiento de expertos de cada Jurisdicción, entrenados en la metodología y trabajando de manera coordinada con el Nodo BAP. Se obtuvo un mapa temático de tipos forestales a escala 1:50.000 con una unidad mínima de mapeo de 1 ha. La exactitud general fue de 87 % para el Nivel 2 y 95 % para el Nivel 1. Del total de la superficie clasificada, 2.332.777 ha corresponden a TF y 1.402.326 a OFL. Dentro del Nivel 2 se discriminaron satisfactoriamente clases correspondientes a los principales tipos forestales, clases no discriminadas anteriormente como Ñire Alto, Ñire Bajo y Matorral Mixto, y otras de poca representación en superficie, pero muy importantes para su conservación, como Ciprés de las Guaitecas y Alerce, entre otros.

**Palabras clave:** geomática, cartografía temática, datos satelitales.

### Introducción

Históricamente, para cuantificar la superficie de los recursos naturales se han realizado mapas que cubren total o parcialmente la región del Bosque Andino Patagónico (BAP). Durante el siglo XX se han realizado trabajos que van desde los primeros mapas realizados por Rothkugel (1916) y Willis (1914) hasta las Pre Cartas Forestales a escala 1:500.000 del Instituto Forestal Nacional (IFONA) de la década de los 80. Ya en el siglo XXI se realizó el Primer Inventario Nacional de Bosque Nativo (PINBN) (SAyDS, 2007), generándose un mapa de la distribución de los diferentes tipos de cobertura del suelo y los principales tipos forestales a escala 1:250.000. Por otro lado, existen trabajos de mapeo de la vegetación a nivel provincial y local, realizados principalmente durante los últimos 20 años (Peri y Ormaechea, 2013, Funes et al., 2006; Gowda, 2013; Orellana, 2013). Sin embargo, no existía un mapa actualizado, basado en una metodología y leyenda uniformes para toda la región. Esta necesidad dio lugar a que el Centro de Investigación y extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) y Dirección de Bosques de la Nación (MAyDS) realizaran un trabajo de actualización de la

clasificación de tipos forestales y cobertura del suelo de la región BAP, recientemente finalizado<sup>1</sup>, cuyo producto fue la clasificación de la cobertura del suelo de la región BAP para obtener un mapa detallado, realizado con criterios metodológicos y una leyenda únicos para toda la región, en acuerdo con las jurisdicciones que tienen injerencia sobre los recursos forestales regionales. Nuestro objetivo es presentar los resultados más destacados de dicho trabajo de actualización.

### **Materiales y Métodos**

La obtención del mapa temático final y sus valores de exactitud involucró las etapas de preprocesamiento, redefinición de la leyenda, procesamiento y análisis de exactitud.

Para obtener mosaicos multiespectrales de cada provincia se realizó el preprocesamiento de imágenes SPOT 5 tomadas principalmente en las estaciones de crecimiento de los años 2012 a 2014. Además, se acondicionaron datos multiespectrales complementarios (Landsat 5TM, 7 ETM+ y 8 OLI).

Se realizó una redefinición de la leyenda original del Primer Inventario Nacional de Bosque Nativo para la región Bosque Andino Patagónico (PINBN BAP). Esta nueva leyenda tiene 3 niveles jerárquicos, de los cuales para esta publicación solo consideramos los primeros dos. En el Nivel 1 se distinguieron las clases Tierras Forestales (TF), Otras Formaciones Leñosas (OFL) y Otras Tierras (OT). En el Nivel 2 se discriminaron 14 subclases de TF, 14 subclases de OFL y 6 subclases de OT. En esta redefinición se agregaron las clases Ñire, Guindo, Raulí, Radal, Maitén, Alerce, Ciprés de las guaitecas y Mirtáceas en TF; y las clases Mixto, Guindo, Radal, Maitén, Ciprés de las guaitecas, Mirtáceas y Chacay en OFL. Además, se redistribuyeron las clases Arbustal y Matorral Mixto en OFL. En OT se incorporaron nuevas clases y se redistribuyeron las ya existentes.

El procesamiento consistió en la clasificación de la cobertura del suelo con los datos satelitales preprocesados, información de clasificaciones previas y el conocimiento de experto proporcionado por técnicos de la región. El procesamiento se organizó en dos fases, la primera semiautomática y realizada íntegramente en el Nodo BAP-CIEFAP, y la segunda manual y realizada con la colaboración de las jurisdicciones de la región. En la fase 1 se utilizó la metodología de Análisis de Imágenes Basado en Objetos (AIBO) (Blaschke et al., 2014), integrando datos ráster y vectoriales a través de un proceso iterativo de generación, edición y clasificación de objetos digitales. De la fase 1 se obtuvo una clasificación preliminar hasta el nivel 2 de la leyenda. En la fase 2 se mejoró el resultado de la fase 1 utilizando interpretación visual para realizar una clasificación manual en la que se incorporó el conocimiento local de técnicos de las diferentes jurisdicciones, quienes fueron capacitados en la metodología y coordinados por el Nodo BAP-CIEFAP.

Dada la complejidad de la leyenda y la extensión geográfica, fue necesario diseñar una metodología de evaluación de la exactitud temática del mapa final. Dicha metodología requirió de dos etapas. El concepto central fue utilizar valores de referencia obtenidos por interpretación visual de un clasificador experto en gabinete, lo que permitió realizar un muestreo aleatorio estratificado de intensidad adecuada. Para verificar que el método de interpretación visual utilizado fuera adecuado, se utilizaron datos obtenidos en el terreno mediante un muestreo independiente. Para el análisis se utilizó una matriz difusa que permitió modelar la incertidumbre inherente a los límites naturalmente difusos entre clases y la subjetividad en la interpretación de los clasificadores.

---

<sup>1</sup> Mediante este link se accede al informe completo del trabajo:

<https://drive.google.com/open?id=oBxfNQUtfxxeaUHNCOmgIYmk5RnM>

## Resultados

Se obtuvo un mapa temático con un criterio único para toda la región BAP, a partir del que se calcularon las superficies cubiertas por los principales tipos forestales y la cobertura del suelo al año 2013 (Tablas 1 y 2). La exactitud temática general fue de 87 % al Nivel 2 y del 95 % al Nivel 1.

**Tabla 1.** Superficies en hectáreas de Tierras Forestales por provincia discriminando la jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales (APN) y la jurisdicción provincial correspondiente.

Estratos Nivel 1	Estratos Nivel 2	Neuquén		Río Negro		Chubut		Santa Cruz		Tierra del Fuego e I.A.S.		Totales Estratos Nivel 2 por jurisdicción		Total Estratos Nivel 2
		APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincias	
Tierras Forestales (TF)	Lenga (Le)	195.662	52.787	64.702	56.496	48.017	253.308	69.313	113.030	15.684	326.362	393.378	801.983	1.195.361
	Ñire (Ñi)	43.234	23.374	18.418	21.341	11.654	154.994	4.934	36.078	14	181.684	78.254	417.471	495.725
	Coihue (Co)	109.253	1.966	26.174	19.115	54.116	34.436	-	-	-	-	189.543	55.517	245.060
	Mixto (Mx)	44.220	19.845	15.912	8.655	17.636	16.663	4.696	3.882	1.891	13.596	84.355	62.641	146.996
	Guindo (Gu)	-	-	-	-	-	-	6.044	1.637	3.300	79.811	9.344	81.448	90.792
	Ciprés (Ci)	17.841	9.244	5.902	16.343	5.217	33.244	-	-	-	-	28.960	58.831	87.791
	Araucaria (Au)	5.463	41.706	-	-	-	-	-	-	-	-	5.463	41.706	47.169
	Roble Pellín (Rp)	11.333	2.082	-	-	-	-	-	-	-	-	11.333	2.082	13.415
	Raúlí (Ra)	4.910	74	-	-	-	-	-	-	-	-	4.910	74	4.984
	Maitén (Ma)	293	1.608	9	359	111	593	-	-	-	-	413	2.560	2.973
	Radal (Rd)	727	69	-	59	481	12	-	-	-	-	1.208	140	1.348
	Alerce (Al)	86	-	32	3	71	619	-	-	-	-	189	622	811
	Mirtáceas (Mr)	22	-	-	-	182	95	-	-	-	-	204	95	299
	Ciprés de las Guaitecas (Cg)	-	-	21	14	-	9	8	1	-	-	29	24	53
	Total TF por jurisdicción		433.044	152.755	131.170	122.385	137.485	493.973	84.995	154.628	20.889	601.453		
Total TF por provincia		585.799		253.555		631.458		239.623		622.342				
Total TF de la región		2.332.777												

En la región BAP hay un total de 3.735.000 ha cubiertas por especies leñosas con una altura media dominante superior a 0,5 m, es decir cubiertas por las clases del nivel 1 de la leyenda TF y OFL, siendo Chubut la provincia con mayor superficie cubierta por estas dos clases seguida en orden decreciente por Neuquén, Tierra del Fuego, Santa Cruz y Río Negro. Al analizar solamente la superficie cubierta por TF por provincia, incluyendo las jurisdicciones de Parques Nacionales, Chubut es la que más superficie tiene seguida en orden decreciente por Tierra del Fuego, Neuquén, Río Negro y Santa Cruz.

De las subclases de TF (Nivel 2), las clases Lenga y Ñire son las que mayor superficie cubren en la región, encontrándose en las cinco provincias, pero en mayor cantidad en Tierra del Fuego y Chubut. Las clases Coihue y Ciprés se encuentran en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut solamente. Neuquén es la provincia que mayor superficie tiene cubierta por la clase Coihue seguida por Chubut, mientras que con el Ciprés ocurre lo opuesto. La clase Mixto se encuentra en toda la región, con mayor superficie en la provincia de Neuquén, mientras que el resto de las provincias tienen menos de la mitad que Neuquén. La clase Guindo se encuentra principalmente en la provincia de Tierra del Fuego, encontrándose también en el Suroeste de la provincia de Santa Cruz. La clase Maitén se encuentra en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. Las clases Araucaria, Roble Pellín y Raúlí se encuentran exclusivamente en la provincia de Neuquén. El resto de las clases a este nivel de la leyenda pueden considerarse como menores en cantidad de superficie. No obstante,

algunas de ellas son muy importantes desde el punto de vista de la conservación como Alerce, Ciprés de las Guaitecas y Mirtáceas, incluyendo en esta última al arrayán y la pitra.

**Tabla 2.** Superficies en hectáreas de Otras Formaciones Leñosas por provincia discriminando la jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales (APN) y la jurisdicción provincial correspondiente.

Estratos Nivel 1	Estratos Nivel 2	Neuquén		Río Negro		Chubut		Santa Cruz		Tierra del Fuego e I.A.S.		Totales Estratos Nivel 2 por jurisdicción		Total Estratos Nivel 2
		APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincia	APN	Provincias	
Otras Formaciones Leñosas (OFL)	Lenga (Le) Baja	77.384	45.134	23.616	23.532	25.753	99.345	23.471	29.901	5.633	46.532	155.857	244.444	400.301
	Ñire (Ñi) Bajo	27.477	118.883	15.110	34.273	6.901	116.180	122	45.941		3.536	49.610	318.813	368.423
	Coihue (Co) Bajo	26	-	152	98	59	101	-	-	-	-	237	199	436
	Mixto (Mx) Bajo	-	-	-	-	-	-	122	-	76	16.241	198	16.241	16.439
	Guindo (Gu) Bajo	-	-	-	-	-	-	312	-	137	37.407	449	37.407	37.856
	Ciprés (Ci) Bajo/Abierto	2.041	2.807	322	1.576	86	918	-	-	-	-	2.449	5.301	7.750
	Araucaria (Au) Bajo/Abierto	225	6.244	-	-	-	-	-	-	-	-	225	6.244	6.469
	Maitén (Ma) Bajo	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	1	5
	Radal (Rd) Bajo	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	13	0	13
	Mirtáceas (Mr) Bajo	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	0	4	4
	Ciprés de las Guaitecas (Cg) Bajo/Abierto	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	0	11	11
	Matorral Mixto (MMx)	16.779	9.872	11.958	16.060	11.618	41.073	4.012	3.616	22	957	44.389	71.578	115.967
	Chacay (Ch)	380	5.310	-	500	-	213	0	-	-	-	380	6.023	6.403
	Arbustal Nativo (Arbu Na)	27.446	183.553	7.323	11.568	5.045	130.156	8.993	53.050	120	14.995	48.927	393.322	442.249
	Total OFL por jurisdicción	151.762	371.803	58.481	87.607	49.475	388.002	37.032	132.508	5.988	119.668			
Total OFL por provincia	523.565		146.088		437.477		169.540		125.656					
Total OFL de la región	1.402.326													

De las subclases de OFL (Nivel 2), las clases que mayor superficie cubren son Arbustal Nativo, Lenga Baja y Ñire Bajo. Estas se encuentran en todas las provincias, pero con mayores superficies en Chubut y Neuquén.

## Discusión

La región BAP en el PINBN fue cartografiada íntegramente con clasificación manual. La metodología aquí presentada es comparativamente más eficiente porque reduce las horas de interpretación visual requeridas para alcanzar el producto final. Por otro lado, el trabajo coordinado del equipo interjurisdiccional significó un mejor producto, formación de recursos humanos locales, una unificación de criterios y una apropiación del producto por parte de los usuarios finales.

Comparar la superficie con trabajos previos de clasificación requiere no solamente considerar compatibilidad de leyenda y escala, sino también tener en cuenta la exactitud temática. Muchos de los mapas mencionados en la introducción no incluyen un análisis de exactitud en base a valores de referencia. Algunos trabajos presentan una matriz de error, pero construida con datos inadecuados, ya sea porque no contemplaron la totalidad de la población a muestrear o porque la intensidad de muestreo fue muy baja. Esto puede ser a causa de los altos costos asociados a los muestreos en la región BAP, de gran extensión en superficie y con difícil acceso en una considerable parte de la misma. En futuros trabajos de clasificación a escala provincial o local se recomienda adoptar la

leyenda propuesta en el trabajo de actualización que aquí hemos presentado, al igual que el procedimiento de evaluación de exactitud temática.

### Conclusiones

El producto cartográfico que aquí presentamos es una notable mejora en la cartografía de cobertura del suelo y constituye una información relevante para el diagnóstico y monitoreo de los recursos forestales y naturales en general de la región.

### Bibliografía Citada

Blaschke, T., Hay, G. J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E., Tiede, D. (2014). Geographic Object-Based Image Analysis – Towards a new paradigm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 87, 180–191. <http://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.014>

Funes, M.C., Sanguinetti, F., Laclau, P., Maresca, L., García, L., Mazzieri, F., Chazarreta, L., Bocos, D., Diana Lavalle, F., Espósito, P., González, A., Gallardo, A., 2006. Diagnóstico del estado de conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional Lanín: su viabilidad de protección en el largo plazo. Informe final. Parque Nacional Lanín, San Martín de los Andes, Neuquén.

Gowda, J., 2013. Informe Final: Comunidades Vegetales y Ecosistemas terrestres del Parque Nacional Nahuel Huapi. Líneas de base elaboradas a través del Préstamo BID 1648OC/AR - Actualización de los Planes de Manejo de los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Lanín. INIBIOMA, Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Orellana, I., 2013. Informe Final: Comunidades Vegetales y Ecosistemas terrestres del Parque Nacional Los Alerces. Líneas de base elaboradas a través del Préstamo BID 1648OC/AR - Actualización de los Planes de Manejo de los Parques Nacionales Lago Puelo y Los Alerces. UNPSJB-CIEFAP, Esquel, Chubut, Argentina.

Peri, P., Ormaechea, S., 2013. Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo., 1ra ed. ed. INTA, Santa Cruz, Argentina.

Rothkugel, M., 1916. Los Bosques Patagónicos. Ministerio de Agricultura, Oficina de Bosques y Yerbales, Buenos Aires, Argentina.

SAyDS, 2007. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Bosque Andino Patagónico. [WWW Document]. URL [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/BAP/bap\\_informe\\_pinbn.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/BAP/bap_informe_pinbn.pdf)

Willis, B., 1914. El Norte de la Patagonia. Naturaleza y Riqueza. Informe de la Comisión de Estudios Hidrológicos.

## Chusquea quila y Chusquea culeou (Bambusoideae): etnobotánica de dos especies multipropósito

Molares S<sup>1</sup>, Rovere A<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CIEMEP, CONICET-Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

<sup>2</sup> CONICET-Universidad Nacional del Comahue

**Autor de correspondencia:** *smolares@gmail.com*

### Resumen

*Chusquea culeou* "coligüe" (Argentina, Chile) y *Chusquea quila* "quila" (Chile) son las gramíneas de mayor tamaño y difusión en los bosques subantárticos de la Patagonia. Registros arqueobotánicos sugieren su empleo por grupos humanos desde hace por lo menos 12.500 años antes del presente. En este aporte se analizan la etnobotánica y botánica económica de ambas especies, mediante una revisión bibliográfica de fuentes históricas y modernas, como de información de primera mano. Las cañas, brotes y en menor medida las semillas, han sido y siguen siendo usados por poblaciones tradicionales de la región para una gran diversidad de usos (alimento, construcción, herramientas bélicas, instrumentos musicales, medicina, etc.) tanto en contextos de la vida cotidiana, como ceremoniales. El empleo tradicional de las cañas para la construcción y los brotes para la alimentación se han transferido y recreado en sociedades no tradicionales y urbanas de la región. Nuevos usos promovidos por la industria del papel y mueblería se encuentran en desarrollo, los cuales requieren grandes volúmenes de material vegetal. Sin embargo las prácticas de manejo y cultivo son incipientes. La valorización etnobotánica demuestra el rol multipropósito de estas especies, y las destaca como recursos forestales de interés para su estudio y conservación.

**Palabras clave:** bosques subantárticos, usos, conservación.

## Reforestación con lengas en el Cerro Otto de Bariloche: una experiencia comunitaria de restauración ecosistémica

Pastorino MJ<sup>1,2</sup>, Sebastián B<sup>3</sup>, Barbero FA<sup>1</sup>

1 Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

2 CONICET

3 Club Andino Bariloche

**Autor de correspondencia:** *pastorino.mario@inta.gob.ar*

### Resumen

En 2011 un incendio acabó con el histórico Refugio Berghof del Club Andino Bariloche (CAB), ubicado en el Cerro Otto, en el predio donado por el pionero del esquí argentino, Otto Meiling. Este hecho impactó sobre la comunidad local alertando sobre el riesgo de incendio del pinar plantado por Meiling en los años '50 en el mismo predio. Esta plantación de 1 ha de pino oregón nunca había sido raleada ni podada, y había originado una abundante regeneración natural. La acumulación de material combustible, así como su continuidad horizontal y vertical, volvieron recomendable una severa intervención. Asimismo, el CAB encontró oportuno utilizar la madera del bosque de Meiling para construir un nuevo refugio y reforestar el sitio para recuperar el ecosistema original. Bajo la dirección técnica del INTA se llevó a cabo un fuerte raleo del pinar, dejando ejemplares para protección de la nueva plantación. Paralelamente se cosecharon semillas de lenga (*Nothofagus pumilio*) del bosque natural de las inmediaciones del sitio, se sembraron y produjeron plantas en el vivero del INTA EEA Bariloche en tubetes de 265 cm<sup>3</sup> sobre sustrato inerte por fertirrigación. En octubre de 2013, mientras se terminaba de construir el nuevo refugio, se plantaron 550 lengas de origen local, de un año de edad, con protectores individuales y una distribución irregular cubriendo toda la hectárea intervenida. Para llevar a cabo la plantación el CAB convocó a la comunidad, logrando la participación de 60 voluntarios. En marzo de 2015, con una nueva convocatoria del CAB al voluntariado, se retiraron los protectores comprobando una supervivencia superior al 95 %. En abril de 2016 se hizo un nuevo relevamiento sobre una muestra de 250 plantas, detectando un severo ataque de liebres que afectó al 56 % de las plantas, lo que demostró la necesidad de dejar los protectores al menos una tercera temporada de crecimiento. La altura media de todas las plantas fue de 57 cm, pero la de las no ramoneadas fue de 87 cm (máxima 200 cm). La alta supervivencia y vigor dan cuenta del éxito de esta experiencia comunitaria de restauración ecosistémica.

**Palabras clave:** *Nothofagus pumilio*, restauración, voluntariado

## Plan de gestión para la Reserva Provincial Río Engaño: propuesta técnico-institucional

Postler VB <sup>1</sup>, Farías C <sup>1</sup>, Novella MM <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Parques y Reservas, Subsecretaría de Bosques Provincia del Chubut

<sup>2</sup> Fundación para el Desarrollo Forestal, Ambiental y del Ecoturismo Patagónico

**Autor de correspondencia:** *bosqueschubut@gmail.com*

### Resumen

En el año 2006 la Provincia del Chubut creó nuevas áreas de reserva a partir de un trabajo realizado en forma conjunta por la Subsecretaría de Bosques (SSB), la Subsecretaría de Conservación y Áreas Protegidas (SSCyAP) y el Instituto Autárquico de Colonización (IAC). Entre los años 2012 y 2015, el Departamento de Parques y Reservas de la SSB impulsó la elaboración de un plan de manejo que aporte directrices para la gestión de una de ellas: la Reserva Provincial de Uso Múltiple Río Engaño, ubicada en el Departamento Languiño, a lo largo de 51.000 hectáreas. El proceso, articulado con la delegación Esquel de la SSCyAP, se organizó en diferentes fases, atendiendo a las características de la reserva y a condicionantes institucionales. Para ello se tomaron de base los principios propuestos para el manejo adaptativo con enfoque ecosistémico, y los de la planificación estratégica participativa. En principio se elaboró una propuesta de plan de manejo técnico-institucional en función de las características socio-ambientales del lugar, que deberá ser puesta en consideración de la comunidad en diversas instancias de participación. Se logró completar la caracterización de la reserva, identificar objetivos y valores de conservación, realizar un diagnóstico de situación, y proponer una zonificación y una programación a implementar, a partir de la visión construida por el equipo técnico-institucional a cargo de la propuesta inicial, que expresaba: "En diez años la Reserva Río Engaño es un área con un marco legal y los recursos necesarios, en la que coexisten la conservación y usos como el científico, educativo, turístico, recreativo, ganadero y forestal, que se constituye en un ejemplo exitoso de sustentabilidad ambiental, económica y social. Se maneja con la participación de los pobladores, las comunidades asociadas y las instituciones, que se relacionan con respeto mutuo y compromiso con el entorno."

**Palabras clave:** planificación, áreas protegidas, trabajo interdisciplinario.

## Análisis económico de las labores forestales en Patagonia Andina

Salvador GM <sup>1,2</sup>, Claps LL <sup>3</sup>, Melzner G <sup>4</sup>, Varela S <sup>3</sup>

1 EEA Esquel, INTA

2 Universidad Nacional de la Patagonia SJB

3 EEA Bariloche, INTA

4 Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Ministerio de Agroindustria de la Nación

**Autor de correspondencia:** *claps.leonardo@inta.gob.ar*

### Resumen

Como resultado de los talleres de vinculación del Manual de Buenas Prácticas para el Manejo de Plantaciones Forestales en el Noroeste de la Patagonia, se realizaron reuniones para analizar los costos de las actividades forestales a partir de las experiencias regionales de viveristas, prestadores de servicios y productores de Neuquén, Río Negro y Chubut, discutiéndose los ítems a incluir dentro de las matrices de costos. Durante los talleres realizados en mayo y julio de 2015 se analizaron en forma conjunta las matrices de costos, coeficientes de uso, costos de servicios, insumos e inversión directa referente a los equipamientos para desarrollar las actividades. Se obtuvieron planillas de cálculo de costos para las tareas de plantación, primer raleo y poda a desecho, segunda y tercera poda, raleo comercial y aprovechamiento final. Estas se complementaron con planillas de proyección de ingresos, obteniéndose los principales indicadores de evaluación económica y financiera de la actividad. El producto obtenido es innovador ya que los datos consignados fueron logrados por acuerdo de los asistentes, y estará disponible para todos los interesados. Se pretende generar un sistema permanente de seguimiento y evaluación económica que permita monitorear los principales indicadores económicos de esta cadena en la región, brindando un servicio de información que facilite la toma de decisiones a los diferentes actores. Durante el mes de julio de 2016 se realizó la primer actualización de costos para el período julio 2015/ julio 2016, observando un incremento en cada actividad forestal respecto al período anterior. El incremento corresponde al aumento particular en costos de mano de obra (49 %), costos de logística (17 %), costos de insumos (38 %) y precio de equipos y herramientas (40 %). Está planificado continuar durante este año con un software que permita a prestadores de servicios, productores y técnicos, calcular de forma sencilla los costos de las principales tareas silvícolas y su respectivo análisis de resultado económico para diferentes niveles de escala y eficiencia productiva.

**Palabras clave:** proyección, costos, seguimiento y evaluación.

## Impacto socioeconómico de la cadena forestal en la zona andina de Patagonia Norte

Salvador GM <sup>1,2</sup>, Claps LL <sup>3</sup>, Melzner G <sup>4</sup> (ex aequo)

1 EEA Esquel, INTA

2 Universidad Nacional de la Patagonia SJB

3 EEA Bariloche, INTA

4 Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Ministerio de Agroindustria de la Nación

**Autor de correspondencia:** *claps.leonardo@inta.gob.ar*

### Resumen

La actividad forestal en general ha sido evaluada y ponderada con una visión de largo plazo, tanto por los actores relacionados directamente como por la sociedad en su conjunto. En Patagonia Andina si bien hay diferentes calidades de sitio, el turno de corta final para un bosque implantado de pino está entre 38 y 45 años, que es el horizonte de planeamiento de la inversión con el cual se realiza la evaluación económica de la misma. Si bien existen diversos trabajos técnicos y científicos que analizan diferentes temáticas de la actividad primaria forestal, no se contaba con información económica actualizada y sistematizada que permitiera evaluar, conocer y “poner en valor” cuál es la demanda agregada de mano de obra, insumos, bienes y servicios para cada etapa o eslabón de la cadena. Esta situación hace que los beneficios socioeconómicos que esta actividad genera actual y potencialmente no sean visualizados en el corto plazo, momento en el cual los actores involucrados toman la decisión de invertir o no. A partir del planteo de diferentes escenarios productivos, se cuantifican la generación de empleo y el valor bruto de la producción. El objetivo de este trabajo es analizar y poner en valor el impacto socioeconómico de la cadena forestal de la zona andina de Patagonia Norte.

**Palabras clave:** desarrollo, empleo, economía forestal.

## Plantas ornamentales comercializadas en una ciudad colindante al PN Los Alerces: atributos de selección e implicancias para la conservación

Silva Sofrás FM <sup>1</sup>, Molares S <sup>2</sup>, Hechem V <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

<sup>2</sup> CIEMEP, CONICET - Universidad Nacional de la Patagonia SJB

**Autor de correspondencia:** *fresiamelina@hotmail.com*

### Resumen

La implementación de ornamentos vegetales en las casas y otros contextos bio-culturales es una práctica compartida por todas las sociedades del mundo. Entre las especies seleccionadas pueden existir elementos nativos con valor en planes de conservación biológica dentro y fuera de la ciudad. Sin embargo, también existen elementos exóticos con potencial invasor sobre las áreas naturales próximas (e.g. áreas protegidas colindantes). Mediante una aproximación etnobotánica se relevó la oferta de plantas ornamentales de maceta comercializadas en cinco viveros de Esquel, Chubut; su frecuencia relativa de venta y los criterios de selección de los compradores. Los resultados arrojaron una oferta de 91 taxones, de los cuales uno solo es nativo (*Fuchsia magellanica*), y corresponde a una de las plantas más vendidas por todos los comercios. El aspecto general de la planta (100 %), y la combinación de varios factores, e.g. morfología, precio, perdurabilidad, etc. (50 %) se mencionan como los principales atributos que determinan la compra según los vendedores, no siendo significativo el origen biogeográfico de las especies. Cada establecimiento comercializa una variedad única de plantas ornamentales y sólo el 12 % de las especies son compartidas, lo cual disminuye la competencia y redundante en una alta complementariedad de la oferta. La única especie nativa se reproduce en condiciones de cultivo, por lo que su comercio no implica la explotación de la flora regional. Cinco especies presentan riesgo potencial de invasión. Se discute la importancia del cultivo y promoción de especies nativas para fines ornamentales en las estrategias de conservación biológica en zonas urbanas aledañas a áreas protegidas.

**Palabras clave:** etnobotánica, plantas exóticas, parque nacional.

## Fitotratamiento en el Parque Industrial de Trelew: factibilidad de plantaciones con riego de efluentes industriales

Sotto AD<sup>1</sup>, Marinkovic RO<sup>1</sup>, González CC<sup>2</sup>, Silva C<sup>2</sup>, Guerrero D<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CORFO Regional Norte

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Trelew

**Autor de correspondencia:** sotto.a.d@gmail.com

### Resumen

La reutilización de aguas residuales de origen industrial representa un desafío ambiental y ecológico, en particular en aquellos lugares en donde existe escasez de agua dulce. La ciudad de Trelew se ubica en una región con régimen climático xérico con escasas precipitaciones, donde la única fuente de agua dulce que abastece al consumo industrial y poblacional, es el Río Chubut. El Parque Industrial se asienta en la periferia de la ciudad, desde 1973, donde se radican empresas textiles, tintorerías, lavaderos de lana, empresas alimenticias, metalúrgicas y de servicios. En las últimas décadas, los efluentes industriales provienen principalmente de la industria textil, incrementando considerablemente los volúmenes de efluentes, registrándose picos máximos de 10.000 m<sup>3</sup>/día. Esta problemática generó un aumento de la superficie del sistema lagunar, situadas a 5 km al NE de la ciudad. El objetivo de este trabajo es reutilizar los efluentes industriales para riego y con ello disminuir la superficie lagunar. La especie elegida fue *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. debido a que la misma soporta las condiciones físicas y químicas del efluente y posee tasas de evapotranspiración de 7,5 mm/ha/día. Las labores llevadas a cabo consistieron en la sistematización del terreno y la apertura de canales para riego. En la actualidad, se cuenta con 10 hectáreas forestadas, las cuales evapo-transpiran 500 m<sup>3</sup>/ha/día, en la época estival. Las actividades llevadas a cabo generaron un 10 % menos de volumen de efluente volcado en las lagunas semanalmente. Para los próximos 5 años se proyectan ampliar la superficie forestada a 60 ha, con lo que se prevé reutilizar el 80 % de los efluentes líquidos. El impacto ambiental de este proyecto es altamente positivo no sólo porque se evitará el crecimiento del sistema lagunar sino también porque se generará una masa boscosa importante para la ciudad.

**Palabras clave:** *Eucalyptus*, forestaciones, Patagonia.

## Metodología para la cuantificación de material leñoso en plantaciones forestales

Tula E <sup>1</sup>, Geronimo R <sup>1</sup>, Stecher G <sup>1</sup>, Uribe J <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> Secretaría de Agricultura Familiar, Ministerio de Agroindustria de la Nación

**Autor de correspondencia:** *emanueltula89@gmail.com*

### Resumen

El siguiente trabajo surge de la necesidad de generar metodologías expeditivas para cuantificar leña a partir de las necesidades demandadas por los productores forestales para insertar los productos forestales y sub productos en el mercado. Es un método simple, y práctico de realizar con 2 a 3 operarios. Se adopta para cubicar productos dando respuestas rápidas, teniendo como ventaja principal la posibilidad de conseguir muchos datos con un mínimo de esfuerzo y costo. El trabajo se llevó a cabo en las plantaciones forestales de la Comunidad Mapuche Vera, Departamento Lácar. Dicho estudio surge de la necesidad por parte de la Comunidad de cuantificar el material destinado a leña, surgido como residuos forestales de intervenciones silvícolas. La comunidad requiere de esta información para proveer a productores leñeros, que abastecen a familias económicamente y socialmente vulnerables en época invernal mediante planes aplicados por el Estado. El área del estudio abarcó los rodales intervenidos en tareas de poda y raleo, los cuales no presentaban extracción de residuos. La superficie de trabajo alcanzó un total de 16,7 ha. La metodología desarrollada se basó en realizar un pre muestreo definiendo cuatro clases de material en función del tipo de material: fino- mediano- grueso y rumas, siempre considerando el extremo de punta gruesa. Se midieron largos y diámetros para cubicar, de aproximadamente 20 ejemplares de cada clase, promediando cada una de estas magnitudes. Después se realizó un muestreo a través de transectas, cada una de ellas de 10 metros de ancho y largos variables con la intención de captar la heterogeneidad del rodal. Los datos relevados correspondieron a los ejemplares apeados tomando para su cuantificación aquellos que interceptan la línea. Dichas transectas se establecieron a partir de puntos de origen definidos según los límites de los rodales sobre una línea de base. Después de procesar los datos en gabinete se obtuvieron como resultado volúmenes en metros cúbicos por hectárea y por superficie total de rodal.

**Palabras clave:** método expeditivo, leña, plantaciones forestales.



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

INDICE

*V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur*

**COMISIÓN 3. POLÍTICA FORESTAL PATAGÓNICA**

Ley de Bosques: avances y retrocesos	
<i>Giardini H</i> .....	184
La aplicación del sistema de valor a la planificación del desarrollo de las cadenas forestoindustriales de Salicáceas ubicadas en Patagonia Norte	
<i>Aguerre M, García J, Denegri G, Acciaresi G</i> .....	189
Las forestaciones como motor del desarrollo económico de la Patagonia Andina Central	
<i>Defossé GE</i> .....	194
Referencias a la conservación de la biodiversidad en la legislación forestal de las provincias nord-patagónicas y la nación	
<i>Picco OA, Gonzalez MA</i> .....	199
Ordenamiento, manejo y conservación de los bosques de <i>Nothofagus</i> : el uso de marcadores moleculares como herramienta de decisión	
<i>Azpilicueta MM, Marchelli P, Soliani C, Sola G, El Mujtar V, Gallo LA</i> .....	206
Legislación ambiental de la Argentina y de sus provincias sobre la producción forestal	
<i>Minaverri C, Matranga R, Macrini M</i> .....	207
Manejo forestal de los bosques juveniles en Tierra del Fuego	
<i>Paredes D, Ojeda J, Farina S, Parodi M</i> .....	208
Actividad forestal en los bosques nativos de Tierra del Fuego, Argentina	
<i>Parodi M, Paredes D, Ojeda J, Farina S</i> .....	209
Política forestal en apoyo a la implementación de sistemas silvopastoriles en bosque nativo de Patagonia	
<i>Peri PL, Mónaco M, Azcona M, Borrás M, Páez A</i> .....	210

# Política Forestal Patagónica

# CONFERENCIA INVITADA

## Ley de Bosques: avances y retrocesos

Hernán Giardini <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Greenpeace Argentina

\* Autor de correspondencia: [hernan.giardini@greenpeace.org](mailto:hernan.giardini@greenpeace.org)

### Resumen

En este trabajo se presentan los avances y retrocesos en la aplicación de la Ley Nacional de Bosques 26.331 de Presupuestos Mínimos para la Protección de los Bosques Nativos desde su sanción en el año 2007. Se analizan las principales causas de la deforestación desde 1990 hasta la actualidad y los principales impactos que ocasionan la pérdida de bosques tanto en la biodiversidad y servicios ambientales que los bosques brindan, como en las consecuencias sociales que trae la pérdida o degradación de estos hábitats. Se examina la aplicación de los fondos de la Ley y diferentes aspectos que tienen que ver con los Ordenamientos Territoriales de cada jurisdicción. En ese contexto de análisis nacional, se considera la situación de los bosques en Patagonia, señalando sus principales amenazas y potencialidades de uso sustentable. Se proponen algunas posibles soluciones a la persistencia de altas tasas relativas de deforestación a nivel nacional.

**Palabras clave:** legislación, bosques nativos, deforestación.

### Introducción

Los bosques nativos concentran más de la mitad de la biodiversidad terrestre del planeta y de ellos obtenemos bienes y servicios indispensables para nuestra supervivencia, como alimentos, maderas y medicinas. Las selvas y bosques son hogar y sustento de miles de comunidades y juegan un papel fundamental en la regulación climática, el mantenimiento de las fuentes y caudales de agua y la conservación de los suelos. Son posiblemente nuestro patrimonio natural más importante, pero también el más amenazado y depredado.

### La Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección de Bosques Nativos

La sanción, a fines de 2007, de la Ley de Bosques Nativos (Nº 26.331) fue un logro sin precedentes en materia ambiental y un ejemplo de la importancia de la participación de la sociedad civil, que presionó al Congreso Nacional mediante un millón y medio de firmas. No obstante, a casi nueve años de su aprobación, su efectiva implementación enfrenta dificultades que deben ser resueltas de manera urgente.

Nos encontramos en emergencia forestal. En 2014 el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) advirtió que aquí ocurre el 4,3 % de la deforestación global; y en la última década fue *"la principal fuente de emisiones de carbono del norte argentino"*.

Un reciente informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ubicó a Argentina entre los diez países que más desmontaron durante los últimos 25 años: se perdieron 7,6 millones de hectáreas (el tamaño de Entre Ríos), a razón de 300.000 hectáreas al año.

La Secretaría de Ambiente de la Nación estima que entre 1998 y 2014 se desmontaron 5.123.065 hectáreas. Cabe señalar que el 80% de la deforestación se concentra en cuatro provincias: Santiago del Estero, Salta, Formosa y Chaco.

Las principales causas de la pérdida de bosques son el avance de la frontera agropecuaria (soja transgénica y ganadería intensiva) y los incendios forestales.

Es importante destacar que los últimos tres años disminuyó la deforestación y casi todas las provincias realizaron el Ordenamiento Territorial de sus Bosques Nativos, los cuales prohíben los desmontes en el 79 % de las zonas forestales (Categorías I – rojo y II – amarillo).

TABLA 3 Diez principales países que reportaron una pérdida neta anual del área de bosque, 2010-2015

	País	Pérdida neta anual del área de bosque	
		Área (miles de ha)	Tasa (%)
1	Brasil	984	0,2
2	Indonesia	684	0,7
3	Myanmar	546	1,8
4	Nigeria	410	5,0
5	República Unida de Tanzania	372	0,8
6	Paraguay	325	2,0
7	Zimbabwe	312	2,1
8	República Democrática del Congo	311	0,2
9	Argentina	297	1,1
10	Bolivia (Estado Plurinacional de)	289	0,5

Fuente: FAO

A pesar de esto, según datos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, desde la sanción de la Ley de Bosques hasta fines de 2014 se deforestaron 2.107.208 hectáreas, de las cuales 626.244 hectáreas eran bosques protegidos. Santiago del Estero (356.371 hectáreas), Salta (149.651 hectáreas) y Chaco (52.021 hectáreas) fueron las provincias que perdieron más bosques clasificados en las Categorías I – rojo y II – amarillo.

Provincia	Pérdida de Tierras Forestales y de Otras Tierras Forestales por período (ha)			
	2006-2007	2007-2011	2011-2013	2013-2014
Catamarca	9.571	12.163	6.873	272
Chaco	71.552	110.889	107.145	19.350
Córdoba	31.255	39.936	5.048	2.038
Corrientes	1.137	4.111	1.480	990
Entre Ríos	34.913		79.954	5.161
Formosa	44.737	129.603	92.153	24.378
Jujuy	1.826	14.843	9.082	1.492
La Pampa*	2.643	3.164	1.504	8.040
La Rioja	6.289	25.683	17.571	7.298
Misiones*	16.989	21.406	5.614	1.011
Salta	204.697	236.246	213.326	57.396
San Juan	0	79	765	0
San Luis*	30.751	79.151	25.268	9.462
Santa Fe	9.580	11.692	5.397	1.958
Santiago del Estero	247.479	453.551	172.058	48.623
Tucumán	6.871	18.467	14.187	1.330
<b>Total</b>	<b>720.290</b>	<b>1.160.984</b>	<b>757.425</b>	<b>188.799</b>

\*Datos preliminares.

Fuente: SAyDS de la Nación

Las principales causas fueron la ganadería intensiva (Santiago del Estero y Chaco); las autorizaciones previas a la sanción de la ley; las recategorizaciones prediales (Salta); y los desmontes ilegales. Incluso, el gobierno de Salta advirtió en un informe oficial de este año, que desde la aprobación de la Ley de Bosques se realizaron más desmontes ilegales (257.828 hectáreas) que legales (200.523 hectáreas).

### Situación de los Bosques Andino Patagónicos

Los incendios forestales son la principal fuente de degradación y deforestación de los bosques andino patagónicos.

En 2007 la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación advirtió que *"las estadísticas de esta última década muestran una fuerte componente de la actitud humana, ya que es principalmente alrededor de los centros urbanos en que se observan la mayor cantidad de eventos de incendios. Las causas varían desde el juego de niños, accidentes, negligencias, hasta una marcada intencionalidad en la que se mezclan las necesidades de leña de los sectores de menos recursos económicos, las diferencias políticas, los problemas de relación entre pandillas y policías, y los conflictos generados por la tenencia de la tierra. (...). El avance de la ciudad por sobre el bosque ha incrementado el problema ya que se ha sumado el tema de los incendios de interfase"*.

En septiembre de 2015 un informe oficial señaló que el área afectada en las últimas trece temporadas de incendios en la provincia de Chubut *"se aproxima a las 87.000 hectáreas (de las cuales 65.000 corresponden al último decenio). Esta cifra representa un 9,6 % de los bosques de la Provincia"*. Previo a la temporada 2014–2015, donde el fuego arrasó más de 40.000 hectáreas, *"la superficie media anual afectada (período 2002–2014) era aproximadamente de 3.915 hectáreas"*.

En cuanto a las temporadas 2013–2014 y 2014–2015, un estudio de Thomas Kitzberger, del Instituto de Investigaciones sobre Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA, CONICET-UNCO), estimó que *"el área quemada por incendios iniciados por rayos representó un 72,8 % del área total quemada. Claramente los incendios por rayos tienden a producirse con mayor probabilidad en áreas remotas y de difícil acceso que los incendios generados por causas humanas, que se concentran, justamente cerca de sitios poblados, rutas y áreas de mayor acceso. Eso posiblemente determine que los incendios por rayo, al ser más dificultoso su combate inicial, tengan mayores probabilidades de convertirse en eventos extensos"*.

Por su parte, un informe de abril de 2015 del Nodo Regional Bosque Andino Patagónico (SAyDS–CIEFAP) advirtió que en el verano 2014–2015 *"observamos grandes parches de bosque que presentaban síntomas de secamiento"* y que *"en el Noroeste de la Provincia de Chubut hay que sumar como situación propicia para la ocurrencia de incendios la floración de caña colihue ocurrida en 2013"*; lo que sumado a *"eventos fuertes del fenómeno climático como El Niño Oscilación Sur, que afectan al régimen de precipitaciones y temperaturas en la región, pueden generar situaciones extremadamente favorables para la ocurrencia de grandes incendios"*.

Autoridades provinciales y nacionales afirmaron en los medios de comunicación que muchos de los incendios forestales de los últimos años fueron intencionales para desarrollo inmobiliario y ganadero. A pesar de esto, no hay informes oficiales o investigaciones que lo confirmen.

Otras de las amenazas sobre los bosques andino patagónicos son los desarrollos urbanísticos y las actividades deportivas como se ha realizado en Villa La Angostura con el circuito de motocross o los proyectos inmobiliarios propuestos en los centros de esquí Chapelco (NQN), Cerro Bayo (NQN), Catedral (RN), Perito Moreno (RN) o Península Magallanes (SC).

### Conclusiones y Recomendaciones

Los bosques nativos que fueron clasificados por las provincias en las categorías I – rojo y II – amarillo de sus Ordenamientos Territoriales de Bosques Nativos deben continuar en pie. Su destrucción tendría un impacto ambiental significativo y afectaría seriamente a muchas comunidades. Permitir

el desmonte en esas zonas vulnera en forma flagrante la Ley Nacional vigente e ignora las demandas de la sociedad.

Resulta evidente que las multas no son suficientes para desalentar la deforestación en zonas protegidas y que, salvo unas pocas excepciones, no se reforestaron los bosques desmontados ilegalmente. Por otra parte, en muchos casos es clara la complicidad de los funcionarios en la violación de la normativa.

Frente a esta situación es necesaria la urgente sanción de una Ley de Delitos Forestales que:

- Establezca como delito penal al desmonte ilegal y al incendio intencional (cambio de uso de suelo).
- Constituya como delito penal al otorgamiento de permisos de desmonte en zonas protegidas.
- Permita que las organizaciones de la sociedad civil se constituyan como querellantes.
- Obligue a los responsables a la restauración de los bosques nativos ilegalmente desmontados o incendiados.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS SELECCIONADOS

## La aplicación del sistema de valor a la planificación del desarrollo de las cadenas forestoindustriales de Salicáceas ubicadas en Patagonia Norte

Martín Aguerre<sup>1\*</sup>, Julio García<sup>2</sup>, Gerardo Denegri<sup>3</sup>, Gustavo Acciaresi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Proyectos Forestales, UCAR, Ministerio de Agroindustria de la Nación;* <sup>2</sup> *Área de Extensión Forestal, Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Ministerio de Agroindustria de la Nación;* <sup>3</sup> *Curso Economía y Legislación Forestal, Departamento de Desarrollo Rural, FCAyF, UNLP;* <sup>4</sup> *Curso Introducción a la Administración, Departamento de Desarrollo Rural, FCAyF, UNLP.*

\*Autor de correspondencia: [martinraquerre@gmail.com](mailto:martinraquerre@gmail.com)

### Resumen

Los objetivos del trabajo fueron identificar las distintas cadenas forestoindustriales que utilizan principalmente madera de Salicáceas ubicadas en Patagonia Norte y emplear la metodología de sistemas de valor para determinar los principales ejes conceptuales dirigidos a la planificación de su desarrollo. El trabajo asume el enfoque de sistema de valor desarrollado por Porter, aplicándolo a las cadenas regionales. Los aspectos analizados fueron: actividades productivas, concentración de empresas, encadenamientos, mercados, aspectos sociales, culturales e institucionales. Como principales resultados se identificaron tres cadenas: Alto Valle, Valle Medio y Valle de Conesa e Inferior del río Negro, como así también los problemas relevantes de cada eslabón, proponiendo, asimismo, acciones específicas para superarlos. Se concluyó que el proceso de impulsión del desarrollo debe hacerse a partir del diseño y articulación de políticas territoriales consensuadas mediante una red de actores configurada por empresas, instituciones de apoyo (INTA, Universidades), asociaciones empresariales, organismos sectoriales de las provincias y del Estado nacional.

**Palabras clave:** articulación, política, territorio.

### Introducción

El río Negro es uno de los más caudalosos del país y el más grande de la Patagonia. Se extiende desde la confluencia de los ríos Limay y Neuquén, recorriendo la provincia homónima de noroeste a sudeste, hasta su desembocadura en el Mar Argentino. Sobre su curso se encuentran tres valles asociados a distintas producciones desde principios del siglo XX, destacándose la fruticultura como una de las actividades históricamente predominantes. Desde su origen se desarrolló la implantación de Salicáceas, –principalmente álamo- en cortinas forestales-, básicamente para la protección de los cultivos. Según el último dato oficial del Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial (2016), la superficie forestada es de 1.145 ha, si bien hay estimaciones complementarias que informan de la existencia de 1.700 ha al año 2006 (García & Serventi, 2006). El valor bruto de la producción anual se estimó en unos 285 millones de pesos de 2016. El eslabón de madera rolliza contribuye con un 19,5 %, el de aprovechamiento con un 13,9 y el de industria se ubica en el 66,6 %.

El marco conceptual que se aplicó en este trabajo es el desarrollado por Porter, quien en 1991 planteó el concepto de “cadena de valor” con el fin de describir al conjunto de actividades necesarias para competir en un sector. Inicialmente, el autor se enfoca en la cadena de valor interna de la empresa como una forma sistemática de examinar las actividades que desempeña y analizarlas para identificar las fuentes de creación de las ventajas competitivas. Posteriormente, señala que la cadena de valor de una empresa está incluida en un campo más grande de actividades, al que denomina “sistema de valor” y lo describe como conformado por una articulación eficiente entre las cadenas de valor de los proveedores de materias primas e insumos, los minoristas y los servicios encargados de garantizar la satisfacción del consumidor final (Porter 1991). Las cadenas de valor comprenden tres dimensiones principales: a) una estructura de producción de bienes y servicios eslabonados secuencialmente en actividades de creación de valor; b) territorialidad, es decir una

distribución espacial de redes de producción y comercialización compuesta por empresas de diferentes tamaños y tipo; c) una estructura de gobernanza, entendida como las relaciones de autoridad y poder que determinan como se asignan y fluyen los recursos financieros, materiales y humanos a lo largo de la cadena y que no están necesariamente correlacionadas con los patrones tradicionales de propiedad (Gereff 1999).

Los objetivos del trabajo fueron identificar las distintas cadenas forestoindustriales concentradas en la provincia de Río Negro que utilizan principalmente madera de Salicáceas y emplear la metodología de sistemas de valor para determinar los principales ejes conceptuales dirigidos a la planificación de su desarrollo.

### **Materiales y Métodos**

Tal como lo establece Isaza Castro (2010), se define a la cadena productiva como el conjunto de empresas que conforman una línea de producción, partiendo de actividades como la obtención o explotación de materia prima hasta la comercialización de bienes finales. Las cadenas productivas se subdividen en eslabones, los cuales comprenden conjuntos de empresas con funciones específicas dentro del proceso productivo. Se identificaron para cada eslabón los principales aspectos negativos y, consecuentemente, las posibles líneas de acción para superarlos, aplicando las premisas establecidas por el marco conceptual de sistema de valor. Complementariamente, se empleó lo prescripto por Elms & Low (2013), para conocer donde se hallan las actividades que aportan el mayor valor en la cadena y su variación en el tiempo (*Smile Curve*). Los datos empleados provinieron de fuentes primarias (entrevistas y participación en un taller realizado en INTA Alto Valle el 16 de mayo de 2016) e información secundaria (publicaciones), los que permitieron detectar las cadenas existentes en el territorio, describir actores y eslabones de las cadenas presentes y visualizar sus interacciones.

### **Resultados**

En función de la vinculación con otros sectores económicos, las características de los eslabones industriales y la ubicación geográfica, se identificaron tres cadenas productivas: a) Alto Valle; b) Valle Medio; c) Valles de Conesa e Inferior del río Negro.

En cuanto a la vinculación con otros sectores y mercados actuales y potenciales, el Alto Valle mantiene un destino predominantemente frutícola (cajonería) e incipientemente está diversificándose a viviendas; el Valle Medio destina mayoritariamente su oferta a cajonería para la fruticultura y embalajes (pallets terminados) para la minería y cementeras y, en menor medida, tablas para las industrias de Bahía Blanca (fábricas de ataúdes, muebles y construcción). Por último, los Valles de Conesa e Inferior comercializan tablas para industrias muebleras y de viviendas de Córdoba, Santa Fe y Bs As y piezas de madera para fabricación de pallets extra zona.

Con respecto a su desarrollo potencial cada cadena tiene distintas oportunidades para aprovechar: en el Alto Valle la demanda será impulsada por una mayor concentración de la producción frutícola a expensas del Valle Medio y la proximidad al conglomerado urbano de Neuquén y Gran Neuquén cuyo crecimiento futuro estará asociado a la expansión de la extracción no convencional de hidrocarburos. Las otras dos cadenas serán motorizadas por el desarrollo de sistemas agroforestales y silvopastoriles, la disponibilidad de tierras divididas en parcelas de mayor tamaño relativo y un mayor protagonismo de la producción ganadera bovina bajo riego.

Del universo de respuestas obtenidas, se infiere que en el eslabón primario existe una cultura dominante relacionada a la fruticultura con características de manejo intensivo y búsqueda de la calidad, aspectos que, paradójicamente, no se reflejan en la intensidad de los tratamientos silvícolas requeridos para obtener madera de calidad. Esta situación es indicadora del carácter secundario de la forestación en la cultura productiva de la región.

Respecto a la conformación de los eslabones industriales de cada cadena, en términos generales, se puede expresar que, a excepción de la planta de pasta semiquímica existente en Cipolletti que

actualmente procesa *Eucalyptus globulus* extra zona, el resto de la industria realiza transformación mecánica. Se pueden distinguir, entonces, dos procesos, el debobinado y el aserrado. En el Alto Valle existen dos plantas de ciclo completo que producen tableros multilaminados ureicos -que luego remanufacturan para fabricar envases y embalajes frutihortícolas y de jugos concentrados (una en Neuquén Capital y la otra en Villa Regina). En el Valle Medio del río Negro (Choele Choel) hay otra planta de tableros multilaminados y sus remanufacturas. De las consultas realizadas se infiere que la utilización actual de la capacidad instalada no supera el 50 %, a causa de limitaciones financieras y, en menor medida, comerciales. Las Tablas 1 y 2 resumen el detalle de industrias agrupadas por cadenas, incluyendo la cantidad de establecimientos, el consumo de madera rolliza y el destino de su producción. Asimismo, las fuentes consultadas informan la existencia de un establecimiento dedicado a debobinado y siete al aserrado, ubicados en los valles superior y medio del Río Colorado, respectivamente.

**Tabla 1.** Distribución y consumo de materia prima de establecimientos para debobinado.

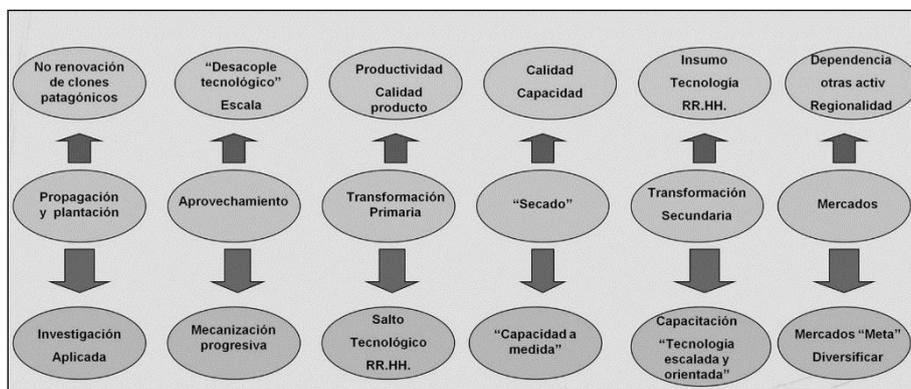
Región	Plantas	Consumo estimado. ton/año	Destino/ Productos
Alto Valle de Río Negro y Neuquén	2	30.000	Regional: envases y embalajes frutihortícolas y de jugos concentrados. 100%
Valle Medio de Río Negro	1	5.000	Regional: envases y embalajes frutihortícolas y de jugos concentrados. 100%
<b>Totales</b>	<b>3</b>	<b>35.000</b>	

**Tabla 2.** Distribución y consumo de materia prima de establecimientos para aserrado.

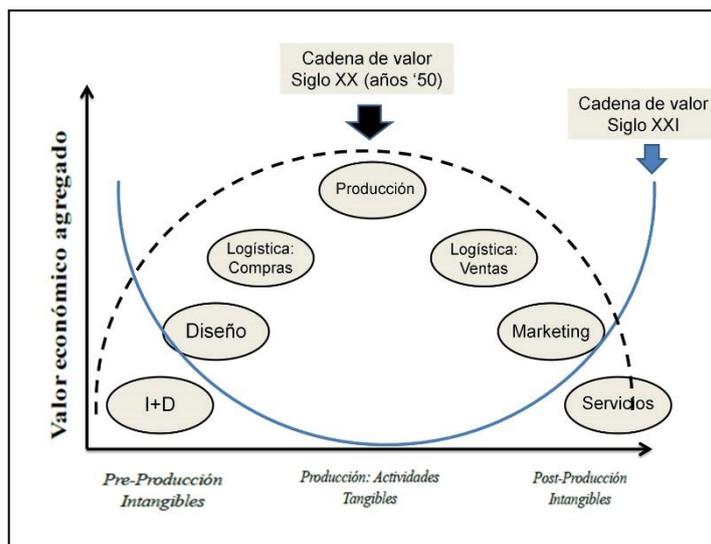
Región	Plantas	Consumo estimado ton/año	Destino/Productos
Neuquén	5	2.300	Local, construcción, carpintería. 100 %
Alto Valle de Río Negro	42	58.000	Regional y Local Fruticultura, 95 % Local construcción y carpintería. 5 %
Valle Medio de Río Negro	12	43.500	Regional Fruticultura, 50 % y Extraregional pallets para industria cementera/minera y pesquera del litoral patagónico (Río Negro) 50 %
Valle de Conesa	7	12.500	Extraregional tablas mueblería, aberturas y casas; madera para pallets y acomodación para industria cementera/minera y pesquera del litoral patagónico.
Valle Inferior de Río Negro	4	2.100	Extraregional tablas mueblería, aberturas y casas; madera para pallets y acomodación para industria cementera/minera y pesquera del litoral patagónico. Local: construcción y carpintería.
<b>Totales</b>	<b>70</b>	<b>118.400</b>	

Dadas las características de los sistemas productivos y los mercados a los que acceden, se observa como objetivo central en el eslabón de industrialización la búsqueda de una maximización de la renta por encima de la calidad de los procesos y productos obtenidos. A este fenómeno se suma el mayor nivel relativo del costo de la mano de obra regional, circunstancia que induce a la primarización de la producción y su posterior reprocesamiento en otras provincias.

La Figura 1 exhibe los problemas comunes para los eslabones de las cadenas junto con posibles alternativas de superación. Como consecuencia de la aplicación del concepto de sistema de valor y su relación con estas cadenas, se puede observar en la Figura 2 el contraste entre la situación actual y la “ideal”, de acuerdo a lo postulado por Elms & Low (2013). Como se infiere, las tres cadenas se encontrarían en un estado asimilable al de los años '50, donde el foco de la generación de valor estaba puesto en la industrialización.



**Figura 1.** Dificultades y lineamientos de mejora propuestos por eslabón.



**Figura 2.** Aplicación de la Curva Smile a las cadenas estudiadas. Fuente: elaboración propia en base a Elms & Low (2013)

**Discusión y Conclusiones**

En base a la descripción de las cadenas y su posterior análisis, se infiere, en primera instancia, la falta de una planificación estratégica del sector, que ha evolucionado más por influencia de las otras actividades primarias y/o de una intervención fragmentada por parte de los distintos niveles del Estado, que por una visión compartida por los distintos actores (dificultades de gobernanza). En cuanto al eslabón primario, la integración con los sistemas silvopastoriles permitiría disminuir la dependencia del abastecimiento proveniente de las cortinas y mejorar la calidad de la materia prima a producir. Respecto al eslabón industrial, la generación de valor se ve limitada por la insuficiente capacitación de los recursos humanos y la falta de eslabones de transformación secundaria, consecuencia, a su vez, de la desarticulación y relativa baja intensidad de las actividades de investigación de mercado y marketing. Como en otras ramas de la economía argentina el “peso” de los servicios logísticos debe ser analizado en términos de productividad, dado que en la actualidad

opera como un factor que fuga rentabilidad del sistema, con el agravante de la ausencia de logística propia intrasectorial.

Se concluyó que el proceso de impulsión del desarrollo debe hacerse a partir del diseño y articulación de políticas territoriales consensuadas mediante una red de actores configurada por empresas, instituciones de apoyo (INTA, Universidades), asociaciones empresariales, organismos sectoriales de las provincias y del Estado nacional. Desde el punto de vista de la planificación del desarrollo, algunas de las acciones a implementar en este marco son:

- a) Reformular la generación de valor en las tres cadenas, incorporando al análisis y la planificación aspectos de investigación y transferencia en material genético, sanidad, manejo forestal y mecanización del aprovechamiento. El propósito es que la producción de materia prima sea la adecuada a las necesidades del eslabón industrial de cada cadena (madera de calidad) y que éste, a su vez, utilice la tecnología necesaria para la elaboración de manera eficiente y competitiva de los productos demandados por el mercado objetivo.
- b) Reducir la actual dependencia de la cadena con la frutícola con el objetivo de atenuar los impactos negativos de una crisis exógena.
- c) Analizar si en los nuevos mercados a apuntar para cada una de las tres cadenas no se replicaría la dependencia actualmente existente con la fruticultura, exponiéndolas, consecuentemente, a otras hipotéticas crisis acontecidas fuera de la cadena.
- d) Planificar desde el territorio, articulando con los diferentes niveles público y privado.
- e) Analizar las variaciones en el tiempo de la generación y distribución del valor en los diferentes eslabones de la cadena forestoindustrial (*The Smile Curve*).
- f) Desarrollar acciones de capacitación alineadas en contenidos con estándares y normativas globales.
- g) Inversión: proveer financiamiento especial, acorde a los períodos de repago de las inversiones, para infraestructura e insumos en los eslabones primarios y secundarios de las tres cadenas.
- h) Crear instancias colaborativas e incentivar a las PyMES a trabajar conjuntamente y también con los demás actores de la cadena a través de alianzas público-privada (el Gobierno debe liderar mesas de diálogo en la que estén todos los actores de la cadena, contribuyendo a no aislarlas de los otros actores). En este caso el rol del Estado será el de fomentar el trabajo en conjunto para alinear objetivos, mejorar la competitividad global y promover soluciones conjuntas a las limitaciones específicas de los actores de cada eslabón.

### Bibliografía Citada

- Elms D, Low P. 2013. Global value chains in a changing world. Geneva: World Trade Organization.
- García J, Serventi N. 2006. Situación actual y perspectivas del cultivo de Salicáceas bajo riego en Patagonia. En: Actas Jornadas de Salicáceas 2006. 28,29 y 30 de septiembre Bs As. p 111-114.
- Gereffi G. 1999. International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain, *Journal of international economics*, 48(1), 37-70 pp.
- Isaza Castro G. 2010. Cadenas productivas. Enfoques y precisiones conceptuales. Revista Sotavento, 11, Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Agroindustria, Subsecretaria de Desarrollo Foresto Industrial 2016. Disponible en: <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/backup2/index.php?seccion=informacion>. Último acceso 7 de septiembre de 2016.
- Porter M. 1991. La ventaja competitiva de las naciones. Buenos Aires: Ed. Vergara.

## Las forestaciones como motor del desarrollo económico de la Patagonia Andina Central

Guillermo Emilio Defossé<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> *Departamento Forestal, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia SJB – Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP – CONICET)*

\*Autor de correspondencia: [gdefosse@ciefap.org.ar](mailto:gdefosse@ciefap.org.ar)

### Resumen

Desde principios y hasta los años '70 del siglo XX, el bienestar económico de la Patagonia Argentina se basó esencialmente en los altos precios de la lana y carne ovinas en mercados internacionales, el petróleo y, en menor medida, en el turismo basado en la belleza de sus recursos naturales. En la Patagonia Andina, debía agregarse el aprovechamiento de sus bosques nativos y la ganadería bovina en sus valles cordilleranos. Desde entonces y al presente, el progresivo deterioro del recurso pastoril, tanto por sobrepastoreo como por sequías prolongadas, unido a bajas en el precio internacional de la lana y carne ovina, causaron una sustancial disminución de esta actividad. Las áreas de bosque nativo, otrora aprovechadas en la región, también disminuyeron notablemente. Se pasó en pocos años de autoabastecer la demanda doméstica de madera y exportar a otras regiones de Argentina, a tener que importar hoy casi el 90 % de la madera y sus productos. Concomitantemente en los años '90, diversos estudios probaron la factibilidad de realizar forestaciones de coníferas en áreas ecotonales de la estepa, con altos rindes basados fundamentalmente en un subsuelo rico en sustancias alofánicas. Esta incipiente actividad forestadora fue impulsada por leyes forestales que a través de promociones y subsidios, lograron generar en poco tiempo muchísimos puestos genuinos de trabajo (en viveros y plantaciones), compensando así el deterioro causado por mermas en otras actividades productivas. Sin embargo durante la última década, estos incentivos se hicieron inciertos y discontinuos, generando cierres de viveros, bajas notables en las tasas de forestación, y un desaliento generalizado en el incipiente sector forestador privado. Debemos ahora lograr que el propio estado, que hizo enormes esfuerzos para jerarquizar las instituciones administradoras y de investigación forestal, concentre nuevamente sus esfuerzos en garantizar que la actividad forestadora vuelva a crear riqueza y bienestar para toda la sociedad, y trabajo genuino y de calidad para uno de sus sectores más vulnerables.

**Palabras clave:** política forestal, desarrollo económico, forestaciones

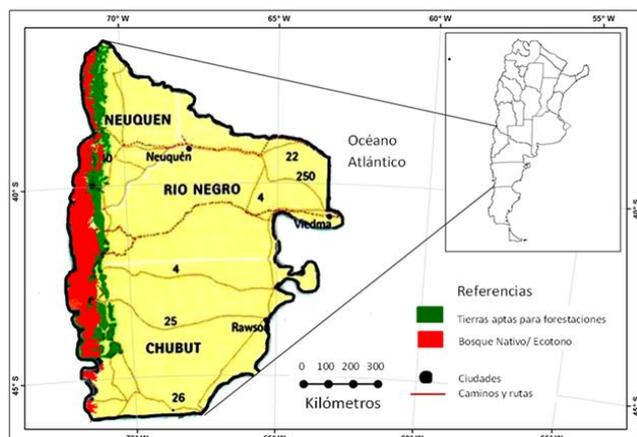
### Introducción

Desde fines del siglo XIX y hasta mediados del siglo XX, la Patagonia Argentina creció económicamente a pasos agigantados, cimentado ese crecimiento en el extraordinario desarrollo de la producción de carne y lana ovina (Morrison 1917), en la explotación del petróleo en Comodoro Rivadavia a partir de 1907, y en una incipiente actividad forestal basada en el aprovechamiento de sus bosques nativos (Defossé 2015). Esas actividades extractivas hicieron presumir en ese entonces un futuro económico brillante para la región, basado en la creencia de que esos recursos naturales eran inexhaustibles, y que los altos precios de los productos que estos generaban, jamás descenderían en los mercados nacionales o internacionales (Defossé y Robberecht 1987). Un pantallazo del crecimiento y desarrollo explosivo de esa época, lo muestran las estadísticas del entonces territorio de Santa Cruz. En poco más de 25 años, éste se había poblado de ovejas, caballos, y vacas. En 1894, el Gobernador Mayer informaba que había 900 mil ovejas en todo el Territorio. Para 1899, esta cifra había trepado a las 1,2 millones, para los escasos 3.108 habitantes que poblaban Santa Cruz. En los años '20, se contaban más de 5 millones de ovejas y 22 mil habitantes en el ese entonces Territorio Nacional. La misma expansión en el número de ganado se estaba dando asimismo en los otros territorios patagónicos (las actuales provincias de Chubut, Río Negro y Neuquén), habiéndose estabilizado a partir del año '30 y manteniéndose con leves

fluctuaciones hasta fines de los años '70, principios de los '80 del siglo pasado. La actividad forestal, por su lado, contaba con grandes aserraderos que procesaban lenga a orillas del Lago Fontana, en Río Pico, en Esquel y Tevelin, ciprés (*Austrocedrus chilensis*) en la zona NO del Chubut, en El Bolsón y Bariloche, y pehuén (*Araucaria araucana*) y otros *Nothofagus* (Tortorelli 1942) más al norte en Neuquén. Sin embargo, entre fines de los '40 y mediados de los '50, algunas investigaciones ecológicas comenzaron a alertar sobre el deterioro creciente de sus recursos naturales, del pastoril por sobrepastoreo ovino en toda la Patagonia (Soriano 1956), y por sobreexplotación e incendios en los bosques del área cordillerana (Tortorelli 1947). Las alertas sobre este deterioro (fundamentalmente del pastoril) se hicieron luego más frecuentes en la literatura científica (Soriano 1983, Ares *et al.* 1990, y otros), lo que motivó una gran preocupación por parte de las autoridades de agencias administradoras de los recursos naturales tanto a nivel nacional como provinciales. La respuesta fue entonces el desarrollo de distintos proyectos y la creación de instituciones, ambos con el objetivo de generar conocimientos y aplicarlos para intentar revertir ese deterioro. Entre esos proyectos se destacaron los llamados "*Lucha contra la Desertificación en la Patagonia*" (LUDEPA), y "*Prevención y Control de la Desertificación en la Patagonia*" (PRECODEPA). Éstos, liderados por el INTA, la GTZ de Alemania, el CENPAT y la Universidad de la Patagonia, estaban enfocados a solucionar los problemas de desertificación provocados por el sobrepastoreo en la estepa Patagónica. La creación del CIEFAP en 1988, y agencias del INTA e institutos del CONICET en Patagonia se ocuparían, por otra parte, de generar conocimientos para dar sustentabilidad al aprovechamiento del bosque nativo y promover forestaciones en áreas adecuadas. Si bien estos proyectos fueron exitosos en cuanto a la generación de información científica, no pudieron a la postre evitar el creciente deterioro del recurso pastoril en casi todo el territorio patagónico y de los bosques de la cordillera andina por el pastoreo bovino y la tala indiscriminada e insustentable, que disminuyeron paulatinamente la capacidad productiva de los rodales y con ello la actividad foresto industrial asociada (SSBCh 2014). Si bien las ciudades costeras patagónicas y las ubicadas en valles irrigados pudieron diversificar su producción hacia otras actividades económicas (pesca, petróleo, producción frutícola, industria del aluminio y derivados), en la Patagonia Andina Central se siguió dependiendo fundamentalmente de la ganadería ovina y de la actividad forestal, y en algunos casos puntuales, de los servicios económicos generado por el turismo estacional. Esto por supuesto considerando actividades productivas generadoras de riqueza genuina, ya que como veremos más adelante, el empleo administrativo en dependencias nacionales, provinciales o municipales, fue creciendo y en muchos casos actuó como paliativo que enmascaró la desocupación y el deterioro socio-económico que estaba causando la degradación paulatina de esas dos actividades productivas.

### La subregión Andina Central de Patagonia

Esta subregión, que va desde los paralelos 39° hasta el 46° S, y entre el bosque y la estepa colindante (Fig. 1), tanto la actividad ganadera ovina extensiva como la forestal basada en el aprovechamiento del bosque nativo, fueron entonces y por muchos años, fuente de riqueza, trabajo y bienestar para una gran porción de su población económicamente activa. Sin embargo, esa riqueza comenzó a resentirse primero levemente durante los años '90 y luego rápidamente en los albores de este siglo, en especial a partir de la gran sequía registrada entre el 2005 y el 2008 (Mohr Bell y Siebert 2008). Esta sequía, junto con el agotamiento de rodales productivos por una presión de tala insustentable y otros factores socioeconómicos asociados, impactaron fuertemente tanto en la producción ovina como en la forestal. Tan sólo en la porción chubutense de esta subregión (los departamentos de Cushamen, Futaleufú, Languiño, Tehuelches y Río Senguer), la ganadería ovina perdió entre el 2005 y el 2012 el 40 % de sus existencias ovinas (de 2,26 a 1,36 millones, DGEyCCh 2012). Similar declinación ocurrió con la producción foresto-industrial. El procesamiento de la araucaria en Neuquén se discontinuó por sobreexplotación en los '70, y se la declaró especie protegida en 1991.



**Figura 1.** Subregión Central de la Patagonia Andina en las provincias patagónicas de Neuquén, Río Negro y Chubut. En ésta, el área forestable de la estepa representa unas 800.000 ha (por fuera del bosque nativo, señalado en el recuadro) con condiciones económicas y ecológicas muy favorables para implantar coníferas de rápido crecimiento. Esta superficie representa sólo el 1,54 % del territorio de las tres provincias (basado en Colmet Daage et al. 1995, Loguercio y Decechis 2006a,b, y Defossé 2015).

En Chubut, de procesar 25.000 m<sup>3</sup> de lenga en 1994 se pasó a sólo 1.800 m<sup>3</sup> en 2012, mientras que el ciprés disminuyó de 15.000 m<sup>3</sup> procesados en 1997 a 5.000 m<sup>3</sup> en 2012 (SSBCh 2014). La subregión pasó de autoabastecerse y exportar carne ovina y productos forestales a mercados externos, a ser una importadora neta de ambos productos (Salvador et al. 2007, Defossé 2015). En un muy breve plazo, ambas actividades se transformaron de ser económicamente lucrativas, productivas y generadoras de mano de obra, a otra basada en la mera subsistencia a nivel familiar y expulsora de mano de obra, que se fue cobijando en las periferias de las ciudades más grandes de esta subregión como Bariloche, San Martín de los Andes, Esquel o El Bolsón, a la espera de algún subsidio estatal que les permitiera subsistir. Durante algunos años, esta evidente crisis fue, como mencionamos anteriormente, enmascarada y paliada mediante el flujo de fondos externos, provenientes de la Nación, las provincias o los municipios, derivados principalmente de las retenciones al precio de la soja (a nivel nacional) y del petróleo que generaban las regalías a las provincias patagónicas. En el caso del petróleo, su precio tuvo un repunte extraordinario entre 2005 y 2014, llegando a sobrepasar los U\$D 100 el barril entre marzo de 2008 y julio de 2014, fecha en que se redujeron nuevamente hasta ubicarse en los U\$D 50 actuales. Resulta paradójico y a la vez incomprensible que esta "bonanza relativa", no haya sido aprovechada en su momento para crear un fondo contra-cíclico y consolidar, con visión estratégica de futuro, las extraordinarias ventajas socioeconómicas y ecológicas que estaba demostrando la actividad forestadora en esta subregión.

En efecto, a mediados de los años '90, diversos estudios probaron la factibilidad de realizar forestaciones de coníferas en áreas ecotonales degradadas de la estepa, con altos rindes basados fundamentalmente en un subsuelo rico en sustancias alofánicas (Colmet Daage et al. 1995, Irisarri y Mendía 1991, Gonda 2005). Además de los altos rindes, las forestaciones en esta estepa habían probado tener ventajas comparativas y competitivas para desarrollarse dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) del Protocolo de Kioto (Loguercio et al. 2004, Defossé et al. 2011). Las plantas de esta estepa deteriorada por sobrepastoreo, al almacenar muy poca biomasa tanto en su parte aérea como en la radical (la línea base), permite que las forestaciones con pinos tengan una alta "adicionalidad" en el secuestro de carbono, además de su alta productividad comparada con sus lugares de origen (Gonda 2005). La adicionalidad elevada y el excelente crecimiento relativo hacen que las forestaciones en áreas degradadas de la Patagonia hayan probado ya su viabilidad, siendo escasos o nulos los impactos ambientales negativos sobre la estepa en la que se desarrollan (Fernández et al. 2008, Gyenge et al. 2010, Buduba et al. 2016, La Manna et al. 2016). Las forestaciones pueden considerarse asimismo como un servicio ecosistémico (MEA 2005, Defossé 2015), ya que además de abastecer de productos forestales que la región hoy debe importar, generarían riqueza y proveerían de empleos genuinos, que estuvieron enmascarados por subsidios que son cada vez más difíciles de sostener por la baja relativa en el precio de las *commodities* (i.e. soja y petróleo). Este "servicio ecosistémico" para poder concretarse requiere de políticas forestales activas y sostenibles en el tiempo, y que sean independientes de los precios ocasionales de otras *commodities*. Ante esta realidad, surgen de inmediato dos preguntas simples: ¿por qué con tantas

ventajas comparativas y competitivas, la tasa de forestación en la estepa degradada de la Patagonia ha sido tan errática e inestable en el tiempo? ¿Por qué los decisores políticos no han tomado aún debida nota del potencial que tiene esta actividad y obrado en consecuencia? Este breve análisis dilucidará al menos parte de estas preguntas, proponiendo algunas soluciones simples que podría ayudar a revertir este proceso.

### La propuesta superadora

La actividad forestadora en Patagonia Andina Central fue impulsada por leyes nacionales y provinciales sancionadas a principios de los '90. Éstas, a través de promociones y subsidios, lograron crear en poco tiempo no sólo un incipiente pero importante patrimonio forestal, sino también (y lo que es más importante) generar puestos genuinos de trabajo (en viveros, plantaciones y otras actividades asociadas). Este círculo virtuoso ayudó a compensar en gran parte el deterioro y la desocupación causados por mermas en la actividad ganadera y la forestal que, además el deterioro del recurso, estuvo coadyuvada por la política económica llevada a cabo durante los '90. Ese impulso forestador en la subregión creció hasta unos 10 años atrás, en que paradójicamente y ante una mejora notable en la economía general (basada en los altos precios de las *commodities*), los incentivos a las forestaciones se hicieron inciertos y discontinuos, generando cierres de viveros, bajas notables en las tasas de forestación, y un desaliento generalizado en su incipiente sector forestador. Esto trajo como consecuencia un abandono relativo de muchas forestaciones que quedaron sin los manejos adecuados, produciendo muchas veces eventos indeseados (invasiones, incendios, etc.). Por supuesto y como toda regla tiene su excepción, en algunas provincias se continuó forestando, a un ritmo menor, mediante el esfuerzo de empresas estatales o privadas cuya principal actividad no era primariamente la forestal. Resulta también paradójico y parece un gran contrasentido que el propio Estado, que con grandes esfuerzos potenciaba la investigación forestal, jerarquizaba con rangos de Subsecretaría las otrora Direcciones de Bosques y crecían sus plantas profesionales, desalentaba al mismo tiempo con demoras y trabas inexplicables, el desembolso de subsidios y compensaciones promotores de la actividad forestadora privada. La solución a ese contrasentido quizá sea mucho más simple de lo que uno podría imaginar. Basta con que el Estado, que paga los sueldos regularmente mes a mes, haga lo propio con los subsidios a los planes forestales aprobados, y que estos pagos se conviertan en política de estado independientemente de los gobiernos de turno. Con leyes de promoción similares, el pago de los subsidios en tiempo y forma fue la clave para que tanto Brasil, Chile, y Uruguay, se conviertan en 30 años en potencias forestales, con saldos exportables de 9, 6 y 1,5 mil millones de dólares de exportaciones de productos forestales cada una, respectivamente. Mientras tanto, Argentina continúa importando entre 500 a mil millones de dólares anuales para paliar su déficit en productos forestales. En la región Patagónica, entre tanto, importamos entre el 70 y el 90 % de la demanda de productos forestales esenciales para crecer y desarrollarnos. Es entonces urgente que el Estado concentre hoy sus esfuerzos en garantizar la reactivación de la actividad forestadora en la Patagonia Andina Central. De esa manera se volverá a crear riqueza y bienestar para toda la sociedad, y trabajo genuino y de calidad para uno de sus sectores más vulnerables, que debe vivir hoy de los subsidios del Estado.

### Bibliografía Citada

Ares JO, Beeskow, AM, Bertiller MB, Rostagno CM, Irisarri, MP, Defossé GE, Merino CA. 1990. Structural and dynamic characteristics of overgrazed grasslands of northern Patagonia, Argentina. Pp. 149-175 en: Breymeyer A, ed. Managed Grasslands. Vol 17 A. Elsevier, Amsterdam.

Buduba CA, Irisarri JA, Defossé GE. 2016. Effects of ponderosa pine afforestation on soil organic matter dynamics in semiarid rangeland steppes of western Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems*

- Colmet Daage F, Lanciotti F, Marcolín A. 1995. Importancia forestal de los suelos volcánicos de la Patagonia Norte y Central, Climo-topo-secuencias de suelos y vegetación. ORSTOM (Francia)-INTA Bariloche, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Argentina.
- Defossé G E. 2015. ¿Conviene seguir fomentando las plantaciones forestales en el norte de la Patagonia?. *Ecología Austral* 25: 93-100.
- Defossé GE, Robberecht R. 1987. Patagonia: range management at the end of the world. *Rangelands* 9: 106-109.
- Defossé GE, Loguercio GA, Oddi FJ, Molina JC, Kraus PD. 2011. Potential CO<sub>2</sub> emissions mitigation through forest prescribed burning: a case study in Patagonia, Argentina. *For. Ecol. Manage.* 261: 2243-2254.
- DGEyCCH. 2012. Dirección General de estadísticas y Censos del Chubut. Estadísticas ganaderas 2005-2012. Dirección General de Ganadería. Rawson, Provincia del Chubut.
- Fernández ME, Gyenge JE, Licata J, Schlichter T, Bond B. 2008. Belowground interaction between trees and grasses in a temperate semiarid agroforestry system. *Agroforestry Systems*, 74:185-197
- Gonda H. 2005. Efectos de la densidad sobre el crecimiento de un rodal mixto de pinos ponderosa y jeffrey en Neuquén. II Congreso Forestal Argentino-Latinoamericano. Corrientes, Argentina. 10 p.
- Gyenge JE, Fernández ME, Rusch V, Sarasola MM, Schlichter T. 2010. Towards Sustainable Forestry Development in Patagonia: Truths and Myths of Environmental Impacts of Plantations with Fast-Growing Conifers. *Global Science Books. The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology* 3:9-22.
- Irisarri JA, Mendía JM. 1991. Reconocimiento de suelos y evaluación de la aptitud forestal de la región precordillerana de la Pcia. de Río Negro. CFI, Buenos Aires, Argentina. Pp. 61.
- La Manna L, Buduba C, Rostago CM. 2016. Soil erodibility and quality of volcanic soils as affected by pine plantations in degraded rangelands of NW Patagonia. *Eur J Forest Res* DOI 10.1007/s10342-016-0961-z n
- Loguercio GA, Lencinas JD, Antequera S. 2004. Bases Estratégicas para Proyectos de Forestación en la Patagonia como un Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Estudio de Caso en la Provincia del Chubut. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA) - CIEFAP, Esquel, Argentina.
- Mohr Bell D, Siebert A. 2008. Monitoreo de la sequía en la Provincia del Chubut. Informe de Avance. Área de Planificación Territorial, Laboratorio de Percepción Remota y SIG, CIEFAP, Esquel. 72 pp.
- Morison JJ. 1917. La ganadería en la región de las mesetas australes del territorio de Santa Cruz. Tesis. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Buenos Aires, 172 pp.
- Salvador G, Fernández MV, Robles G. 2006. Mercado de Madera para la Construcción proveniente de Plantaciones. Estudio Exploratorio en la Provincia del Chubut. Actas de I Reunión sobre Forestación en la Patagonia. Esquel, Chubut, Argentina. Del 25 al 27 abril de 2006.
- Soriano A. 1956. Aspectos ecológicos y pasturales de la vegetación patagónica relacionados con su estado y capacidad de recuperación. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 10: 349-372
- Soriano, A. 1983. Deserts and semideserts of Patagonia. Pp. 423-460 en: West NE, editor. *Temperate deserts and semideserts*. Elsevier, Amsterdam.
- SSBCh. 2014. Estadísticas forestales. Esquel, Chubut. Argentina.
- Tortorelli LA. 1942. La explotación racional de los bosques de Araucaria de Neuquén. Compañía Impresora Argentina. Buenos Aires, 74 pp.
- Tortorelli L. 1947. Los incendios de los bosques en la Argentina. Minist. de Agr. de la Nación, Dir. Forestal. Buenos Aires. 238 pp.

## Referencias a la conservación de la biodiversidad en la legislación forestal de las provincias nord-patagónicas y la nación

Omar Aníbal Picco<sup>1\*</sup>, Marisa Adriana Gonzalez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra Política y Legislación Forestal, Facultad Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

\* Autor de correspondencia: [omarapicco@gmail.com](mailto:omarapicco@gmail.com)

### Resumen

Se analiza la legislación relacionada a la actividad forestal a nivel nacional y de las provincias de Río Negro, Neuquén y Chubut, a fin de verificar si se ajusta a pautas técnicas que propicien la conservación de la Biodiversidad. Se consideraron normativas referidas a tres temáticas: promoción forestal, ordenamiento territorial, y específicas sobre biodiversidad y conservación. Se revisó el contenido de estas leyes y se comparó con pautas técnicas, verificando la correspondencia o divergencia con los conceptos relevantes que asegurarían la integridad de los ecosistemas. Las pautas técnicas seleccionadas para el análisis son los "Criterios de Conservación", propuestos por Rusch et al. (2005): C1- Sitios prioritarios; C2- Especies prioritarias; C3- Ambientes o hábitats de valor particular; C4- Mantenimiento de la funcionalidad de la matriz natural del paisaje; C5- Mantenimiento de las funciones del ecosistema; C6- Aspectos dinámicos del sistema. Luego de analizar cada normativa se asignó un valor cuantitativo al cumplimiento de cada uno de estos criterios, a fin de elaborar matrices que permitieran visualizar más claramente el grado de tratamiento de la temática en consideración en la legislación vigente. Los resultados muestran que las normas referidas a las Áreas Protegidas y al Ordenamiento Territorial reflejan estos criterios técnicos en forma aceptable, mientras que en las leyes forestales específicas no son explícitos ni están claramente reseñados, considerándose su tratamiento como insuficiente. Tomando el conjunto del marco legal analizado, se puede observar que las áreas de mayor importancia para la Conservación están protegidas territorialmente por diferentes normativas que se complementan: a nivel nacional la Ley N° 26.331 para Conservación de Bosques Nativos y la Ley N° 22.351 de Parques y Reservas Nacionales. Para el territorio restante operan los resguardos establecidos por las propias leyes forestales, a través de la instrumentación de Estudios de Impacto Ambiental y su articulación con la normativa ambiental propia de cada jurisdicción.

**Palabras clave:** *marco legal, forestación, conservación de la biodiversidad.*

### Introducción

En el norte de la Patagonia existen más de 80.000 ha forestadas en su mayor parte con coníferas exóticas y un potencial biofísico de 2.000.000 ha para estas mismas especies. (Loguercio y Deccechis, 2006). Desde la década de 1990 surgió una preocupación en algunos ámbitos de la sociedad sobre el posible impacto que podría generar este nuevo bosque implantado con fines esencialmente productivos, en lo vinculado a la Conservación de la Biodiversidad. Esto ha dado lugar al desarrollo de estudios técnicos (Rusch et al., 2005) y proyectos que analizan la problemática desde diferentes puntos de vista. Se propone verificar las referencias a la Conservación de la Biodiversidad en el marco legal vigente para los bosques cultivados en el ámbito nacional y las provincias nordpatagónicas. Detectar estos Criterios en las leyes, permitirá compararlas e intentar una calificación cuantitativa para caracterizar objetivamente la situación.

### Materiales y Métodos

Desde el punto de vista metodológico se utilizó la observación documental, (Minaverry y Gelly, 2012) en tres etapas consecutivas:

- Fase exploratoria: se recopiló la normativa nacional y de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut vigente, que se consideró vinculada con la Conservación de la Biodiversidad en Paisajes forestales.

- Fase descriptiva: la información recogida en la etapa anterior fue clasificada y categorizada, a fin de facilitar su análisis en la etapa posterior.
- Fase analítica: el análisis de los documentos vinculantes recogidos en la fase exploratoria tiene por objeto detectar Criterios de Conservación, para compararlos entre las jurisdicciones e intentar una calificación cuantitativa para caracterizar objetivamente la situación.

Las pautas técnicas seleccionadas para este trabajo son los "Criterios de Conservación", propuestos por Rusch et al. (2005): C1-Sitios prioritarios (relictos, endemismos); C2- Especies prioritarias (en peligro de extinción); C3- Ambientes o hábitats de valor particular; C4- Mantenimiento de la funcionalidad de la matriz natural del paisaje. Áreas degradadas para recuperación; C5- Mantenimiento de las funciones del ecosistema; C6- Aspectos dinámicos del sistema o los hábitats.

Se consideraron estos criterios en las normas relevadas, utilizando la siguiente escala de evaluación cuali-cuantitativa:

- Tratamiento Amplio: los criterios técnicos se consideran explícitamente y se desarrollan para asegurar su cumplimiento y superar holgadamente los umbrales mínimos. Puntuación: 3 (tres).
- Aceptable: los criterios se tienen en cuenta con suficiente precisión para garantizar el cumplimiento de un umbral mínimo del criterio de conservación analizado. Puntuación: 2(dos)
- Insuficiente: está mencionado, pero la referencia no alcanza a cubrir aspectos centrales con un umbral mínimo requerido para el criterio de conservación analizado. Puntuación 1 (uno).
- Carente: no hay referencias concretas al criterio de conservación analizado. Puntuación: 0 (cero).

Con esta calificación numérica es posible evaluar la representación de cada criterio, para dar un valor que califique en estos aspectos a toda la Ley. Además, se agruparon las leyes en tres bloques temáticos (Política y fomento Forestal, Ordenamiento territorial, Conservación de la biodiversidad y Areas protegidas) y a su vez se encuadraron en sus respectivas jurisdicciones.

## Resultados

### *Normativa sobre política y fomento forestal*

Las referencias a los criterios técnicos centrales como "Sitios prioritarios para la conservación" "Especies prioritarias para la conservación", "Ambientes o hábitats de valor particular para la conservación" o al mantenimiento de "la funcionalidad de la matriz natural" del paisaje no son explícitas ni están claramente reseñadas en el marco legal analizado. Los procesos de Estudios de Impacto Ambiental vinculan a los proyectos forestales a las respectivas normas ambientales de cada jurisdicción, que a su vez tiene como referencia la Ley Nacional General del Ambiente N° 25.675, que establece los presupuestos mínimos en esta materia. El análisis de las leyes provinciales y nacionales de fomento se sintetiza en la Tabla 1.

### *Normativa sobre ordenamiento territorial*

La conservación de la Biodiversidad, a través del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de las áreas provinciales, pone límites geográficos al desarrollo de las forestaciones, que se permiten en los sectores de menor importancia para la conservación, (Categoría III y Categoría II con restricciones). La Ley de OTBN de la provincia de Chubut y sus similares de Neuquén y Río Negro establecen sitios prioritarios para la conservación y amplían algunos conceptos técnicos, como se expone en la Tabla 2.

**Tabla 1:** Aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes de Política y Fomento Forestal de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación

Criterios Conservación	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Leyes</b>	<b>Ley Nº 2482/04.</b> Incentivos forestales	<b>Ley Nº. 3060</b> Adhesión a la Ley Nº 25080	<b>Ley IX - Nº 33</b> Fomento a la forestación <b>Ley XVII-Nº 61</b> Adhes. a Ley Nº 25080	<b>Ley Nº 25080</b> Inversiones para bosques cultivados. <b>Ley Nº 26.432</b> Prórroga.
C1	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)
C2	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)
C3	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)
C4	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)
C5	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)
C6	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)
<b>Promedio</b>	Carente (o)	Carente (o)	Carente (o)	Acept/Insufic.(1,5)

**Tabla 2:** Aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes de Ordenamiento Territorial de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Criterios de Conservación	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Leyes</b>	<b>Ley Nº 2780.</b> Ordenamiento territorial de b. nativos.	<b>Ley Nº 4552</b> Ordenamiento territorial de b. nativos	<b>Ley XVII Nº 92</b> Ordenamiento territorial de b.nativos.	<b>Ley Nº 26.331</b> Pres. mínimos para conservación de b. nativos
C1	Amplio (3)	Acept. (2)	Amplio (3)	Acept. (2)
C2	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept/Insufic.(1,5)
C3	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)
C4	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept/Insufic.(1,5)
C5	Acept. (2)	Insufic. (1)	Insufic. (1)	Acept. (2)
C6	Insufic. (1)	Insufic. (1)	Insufic. (1)	Acept/Insufic.(1,5)
<b>Promedio</b>	Acept. (2)	Acept/Insufic. (1,6)	Acept. (1,8)	Acep/ Insufic. (1,75)

*Normativa sobre conservación de biodiversidad y la naturaleza*

Se consideraron dos grupos de normas, las referidas a áreas protegidas, y las específicas sobre Conservación. El conjunto de normativas referidas a Áreas Protegidas, funciona como instaladoras de límites territoriales a la matriz general del espacio geográfico, incluyendo en el mismo a la actividad forestal. Las provincias patagónicas han desarrollado su propio sistema de áreas protegidas, que complementa al nacional con ambientes no contemplados y sitios particulares de gran valor para la conservación, ocupando también porciones del territorio, que abarcan más de

900.000 hectáreas. El análisis propuesto con los Criterios de Conservación adoptado en este trabajo los califica como aceptables, dado que sus conceptos están expresados en forma muy general, como enunciados básicos, sin el detalle requerido en los criterios propuestos (Tabla 3).

Respecto a la Conservación fuera de las áreas protegidas, Argentina es parte del Convenio sobre la Diversidad Biológica, al cual adhiere y hace propio mediante la Ley Nacional N° 24.375. El Convenio otorga un amplio mandato y compromiso para la protección de la biodiversidad, más allá de los límites del sistema de áreas protegidas en sí. Las leyes específicas se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 3:** Aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes Áreas Protegidas de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Criterios de Conservación	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Leyes</b>	<b>Ley N° 2594</b> Sistema Provincial de Áreas protegidas	<b>Ley N° 2669</b> Áreas Naturales Protegidas.	<b>Ley XI - N° 18</b> Sistema de áreas naturales protegidas	<b>Ley N° 22.351</b> Parques, reservas nac. y monumentos nat.
C1	Amplio (3) *	Amplio (3) *	Amplio (3)	Acept. (2)
C2	Carente (0)	Insufic. (1)	Acept. (2)	Acept. (2)
C3	Insufic.(1)	Carente (0)	Acept. (2)	Acept. (2)
C4	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)
C5	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)
C6	Acept. (2)	Acept. (2)	Acept. (2)	Insufic. (1)
<b>Promedio</b>	Acept/Insufic.(1,66)	Acept. (2.2)	Acept. (2.2)	Acept. (1,83)

\* Los sitios son definidos en normativas específicas.

## Discusión

Los promedios de la identificación de los Criterios de Conservación de la Biodiversidad analizados en las diferentes leyes, se exponen en la Tabla 5. Esta síntesis revela que la presencia de los indicadores utilizados resulta insuficiente en todas las jurisdicciones estudiadas, acercándose a una calificación de aceptable en la normativa nacional.

**Tabla 4:** Aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes Conservación de la Naturaleza de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Criterios de Conservación	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Leyes</b>	<b>Ley Nº 2503</b> Recursos Genéticos y Bioquímicos	<b>Ley Nº 2056</b> Interés público Fauna Silvestre	<b>Ley XI - Nº 10</b> Conservación de la Fauna Silvestre.	<b>Ley Nº 24375</b> Aprobación del Convenio sobre Bio-Diversidad.
C <sub>1</sub>	Carente (0)	Carente (0)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
C <sub>2</sub>	Carente (0)	Carente (0)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
C <sub>3</sub>	Carente (0)	Carente (0)	Insufic. (1)	Aceptable (2)
C <sub>4</sub>	Carente (0)	Carente (0)	Insufic. (1)	Aceptable (2)
C <sub>5</sub>	Carente (0)	Carente (0)	Insufic. (1)	Insufic. (1)
C <sub>6</sub>	Carente (0)	Carente (0)	Insufic. (1)	Insufic. (1)
<b>Promedio</b>	Carente (0)	Carente (0)	Insufic. (1,33)	Aceptable (1,83)

**Tabla 5:** Resumen de la calificación de los aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes analizadas de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Bloques temáticos	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Política y Fomento Ftal</b>	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)	Acept/Insufic.(1,5)
<b>Ordenamiento Territorial</b>	Acept. (2)	Acept. (1,7)	Acept. (1,8)	Acept. (1,75)
<b>Áreas Protegidas</b>	Acept/ Insufic. (1.66)	Acept. (2.2)	Acept. (2.2)	Acept. (1,8)
<b>Conservación.</b>	Carente (0)	Carente (0)	Insufic.(1,33)	Acept. (1,8)
<b>Promedio</b>	Insufic. (0,91)	Insufic.(0,97)	Insufic.(1.33)	Insufic./Acept (1,97)

Esta situación podría atribuirse a lo relativamente novedosos que resultan estos Criterios de Conservación de la Biodiversidad, respecto al momento de sanción de algunas leyes argentinas aún vigentes, que datan desde la década de 1960. Las leyes más modernas y las más específicas, como las referidas a Conservación y aún las forestales, considerando entre ellas como de Ordenamiento Territorial a la Ley 26.331 y sus correlatos provinciales, los reflejan de mejor forma. Considerando la calificación por los bloques temáticos empleados, es posible observar en estos campos como se reflejan los Criterios contrastados. Las temáticas de Política y Fomento forestal incluyen los criterios de forma Carente (0,37), el Ordenamiento territorial y las Áreas protegidas de modo Aceptable (1,8 y 1,96), mientras que el ítem Conservación se revela como Insuficiente (0,77). El promedio general resulta Insuficiente (1,23). Sobresalen del promedio, considerándose como aceptables, las normativas referidas a las Áreas Protegidas y al Ordenamiento Territorial, la primera de ellas lógicamente por su especificidad dirigida a la Conservación, y la segunda por su modernidad.

### Conclusiones

Las áreas de mayor importancia para la Conservación están resguardadas territorialmente por diferentes normativas complementarias: a nivel nacional la Ley 26.331 para Conservación de Bosques Nativos y la Ley Nº 22.351 de Parques y Reservas Nacionales. La primera apoya el mantenimiento de la biodiversidad a través de las áreas de la Categoría I de los Ordenamientos Territoriales, identificadas en su cobertura en soportes tecnológicos, mientras que la segunda define

áreas protegidas en las provincias estudiadas, con límites territoriales. A nivel provincial existen áreas protegidas no cubiertas por el sistema nacional. Con esto se completa una representación muy amplia de los paisajes con altos valores de Conservación, deslindados del espacio dedicado a la producción. Para el territorio restante operan los resguardos establecidos por las leyes forestales, a través de la instrumentación de los Estudios de Impacto Ambiental y su articulación con la normativa ambiental de cada jurisdicción.

Las referencias a los temas técnicos centrales considerados como indicadores no son explícitas ni están claramente reseñadas en el marco legal analizado, salvo en las referidas a Ordenamiento Territorial y a las Áreas Protegidas que se consideran representados en forma aceptable. No se encontraron referencias concretas dirigidas a los aspectos de Conservación de la Biodiversidad durante el ciclo de vida o turno de la plantación forestal, que podrían especificarse en aspectos vinculados al manejo silvícola, tratamientos silviculturales, y aún en el diseño de las plantaciones, o por el contrario, aquellas dirigidas a evitar que ésta se perjudique. No se identificaron normativas, aun administrativas de menor nivel, que regulen técnicamente las actuaciones en el terreno de los profesionales y productores involucrados en los Planes de Forestación.

Por las argumentaciones expuestas, se advierte que el grado de cumplimiento de las condiciones para la Conservación de la Biodiversidad, especialmente en planes inferiores a 100 ha, está dado por la profundidad de los conocimientos y criterios empleados por los profesionales actuantes, (representantes técnicos de los proyectos e de los inspectores de la Autoridad Local de Aplicación), antes que por las indicaciones de la normativa regulatoria. Como elemento sobresaliente merece citarse la evolución de la legislación de fomento forestal nacional, con la Ley N° 25.080, que contiene la exigencia de presentar un estudio de impacto ambiental previo para proyectos de más de 100 ha, introduciendo el análisis "ex ante" a la concreción de la actividad. Esto marca una evolución altamente favorable en el aspecto de Conservación de la Biodiversidad, comparando con otros regímenes de promoción de décadas pasadas, que aún proveían asignaciones económicas suplementarias para el desmonte de bosque nativo, es decir favorecían el reemplazo de masas espontáneas por cultivadas con exóticas. Resulta claro que existe un largo camino por recorrer, evolucionando a una nueva generación de normas que adopten los avances del conocimiento en el campo de la Conservación de la Biodiversidad, a través de diversos instrumentos, como la expansión del Ordenamiento Territorial, los Manuales de Buenas Prácticas, Protocolos de Presupuestos Mínimos, etc.

Otras actividades productivas extensivas, que se despliegan con distintas modalidades sobre el mismo territorio, como la ganadería o la agricultura, con una gran expansión geográfica en distintos ambientes naturales, especialmente la primera de ellas, no cuentan en la actualidad con una normativa específica de la actividad que contemple la Conservación de la Biodiversidad.

### **Bibliografía Citada**

Loguercio G, Deccechis F. 2006. Forestaciones en la Patagonia Andina. Potencial y desarrollo alcanzado. Parte 1 y 2. Patagonia Forestal XII, N° 1: 3

Minaverry CM, Gally T. 2012. La implementación de la protección legal de los bosques nativos en la Argentina. En: Revista Pensamiento Jurídico N° 35: 253-278. ISSN: 0122-1108.

Rusch V, Vila A, Schlichter T, Pérez A. 2005. Información de base sobre biodiversidad y plantaciones forestales. Módulo NO de Patagonia. Grupo de Ecología Forestal, INTA EEA-Bariloche - APN Delegación Regional Patagonia.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS

## Ordenamiento, manejo y conservación de los bosques de *Nothofagus*: el uso de marcadores moleculares como herramienta de decisión

Azpilicueta MM<sup>1</sup>, Marchelli P<sup>1,2</sup>, Soliani C<sup>1,2</sup>, Sola G<sup>2,3</sup>, El Mujtar V<sup>1</sup>, Gallo LA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

<sup>2</sup> CONICET

<sup>3</sup> AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

**Autor de correspondencia:** [azpilicueta.maria@inta.gob.ar](mailto:azpilicueta.maria@inta.gob.ar)

### Resumen

A partir del desarrollo y uso masivo de los marcadores moleculares, su aplicación ha impactado en distintas áreas de la investigación forestal. Estudios para la identificación de clones y variedades, hasta análisis para cuantificar contaminaciones genéticas en huertos semilleros, constituyen algunos ejemplos. Pero además, los marcadores moleculares también pueden encontrar aplicación en el manejo y conservación de los bosques. Las leyes nacionales de promoción forestal (25.080 y reforma 26.432), y la ley de presupuestos mínimos (26.331) crean un escenario donde los estudios genéticos de laboratorio pueden constituirse en una herramienta de gran utilidad. A partir de la aplicación de marcadores microsatélites nucleares- regiones del ADN repetitivas y altamente variables – en combinación con el análisis del ADN de cloroplasto – genoma conservado y de herencia materna – fue posible definir zonas genéticas para cuatro especies del género *Nothofagus*. Las zonas genéticas agrupan aquellas poblaciones genéticamente homogéneas, que pueden ser tratadas como unidad de fuente de semilla en acciones de restauración, constituyendo una primera aproximación hacia la definición de regiones de procedencia. La cuantificación del nivel de variación genética de las poblaciones, a partir del análisis de marcadores como isoenzimas, microsatélites y ADN de cloroplasto, posibilita identificar poblaciones prioritarias para la conservación. En el ordenamiento de los sistemas boscosos, el conocimiento de este parámetro, junto a otros como riqueza de especies, endemismos o valor cultural, puede contribuir en la clasificación definida por la ley. Por otro lado, para la definición de prescripciones de manejo en áreas de reserva de Parques Nacionales, bosques fiscales provinciales y predios de propiedad privada, los marcadores moleculares pueden constituir herramientas diagnósticas del impacto del manejo sobre los rodales intervenidos. De esta manera, esta información puede contribuir a delinear pautas de intervención por parte de los organismos de manejo y conservación de nuestros recursos boscosos.

**Palabras clave:** manejo, ordenamiento, marcador molecular.

## Legislación ambiental de la Argentina y de sus provincias sobre la producción forestal

Minaverry C <sup>1,2</sup>, Matranga R <sup>1</sup>, Macrini M <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján

<sup>2</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** *cminaverry@derecho.uba.ar*

### Resumen

El derecho ambiental busca otorgar un marco de protección a los elementos de la naturaleza y regular las actividades del hombre que pueden impactar en ellos. Haciendo uso de este campo, y enfocándose en los recursos forestales y las actividades que de ellos se desprenden, se busca desarrollar una herramienta para optimizar de una manera sustentable, el potencial forestal con el que cuenta la Argentina (a través del Ministerio de Agroindustria de la Nación). Se emprendió entonces la tarea de elaborar un digesto jurídico, un documento que comprende toda la legislación vigente, aplicable a la producción forestal en sí, abarcando además contenidos afines como las semillas, los viveros, agroquímicos y el embalaje de madera para el comercio internacional. El objetivo es proporcionar y permitir al productor conocer y, por lo tanto, cumplir con la normativa que rige la actividad en el ámbito en el que desarrolla su acción empresarial/industrial. Desde el punto de vista metodológico, se desarrolló una minuciosa investigación en sitios webs, en el orden nacional y en el de cada una de las provincias, en la búsqueda de toda la normativa con vigencia en la actualidad sobre los temas abarcados. Se confeccionó un listado de las mismas, adjuntando en una segunda etapa los requisitos y las acciones obligatorias del productor en el lugar geográfico en el que se ubica su explotación y en una tercera etapa la autoridad de aplicación que rige en la materia. Desde el punto de vista ambiental es imprescindible que los productores, en este caso forestales, adecuen su actividad a la normativa vigente. Para que esto suceda, es necesario realizar una efectiva difusión sobre la obligatoriedad del cumplimiento de las normas, como así también de las normas en sí. Para esto es indispensable que el productor tenga fácil acceso a este Digesto Jurídico elaborado en un lenguaje claro y conciso, que permita su comprensión y su consecuente aplicación.

**Palabras clave:** derecho ambiental, productor forestal, digesto jurídico.

## Manejo forestal de los bosques juveniles en Tierra del Fuego

Paredes D<sup>1</sup>, Ojeda J<sup>1</sup>, Farina S<sup>1</sup>, Parodi M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Desarrollo Forestal de Tierra del Fuego

**Autor de correspondencia:** [dparedes@tierradelfuego.gov.ar](mailto:dparedes@tierradelfuego.gov.ar)

### Resumen

La política pública de un Estado que gestiona y administra el recurso forestal, incluye su planificación en un horizonte de corto y mediano plazo, para generar beneficio económico, desarrollo social de los actores de la comunidad local y el manejo del recurso para su perpetuidad, rentabilidad y la sustentabilidad ambiental. En Tierra del Fuego los aprovechamientos forestales se centran en bosques primarios de lenga (*Nothofagus pumilio*), excluyendo del manejo las estructuras juveniles producto de la dinámica natural o de aprovechamientos; estos últimos, con un remanente maderable que podría ser procesado por la industria forestal. En el último quinquenio, desde la administración forestal se ejecutaron prácticas silvícolas en bosques juveniles junto a actores externos (cooperativas, profesionales y productores forestales). Se totalizaron 308,6 ha de superficie intervenida, con el siguiente detalle: 47,4 ha de aclareos, 50,5 ha de raleo y 210,7 ha de cortas de liberación. Las primeras realizadas en brinzales ( $\emptyset \leq 10$  cm y  $h \leq 5$  m), las segundas en latizales ( $10$  cm  $< \emptyset < 20$  cm) y fustales bajos ( $20$  cm  $\leq \emptyset \leq 30$  cm), y las terceras en estructuras complejas (biestratificados y triestratificados). Estas prácticas se han implementado satisfactoriamente y se correspondieron a la decisión técnica- política del Estado y al financiamiento en el marco del Programa de Manejo y Conservación del Bosque Nativo. Con ellas se procura una visión de manejo integral del recurso forestal, para salir del paradigma de producción convencional y lograr la puesta en valor del bosque secundario. Por ello, en el marco de la política de desarrollo forestal, es factible implementar medidas de fomento directo para propender a la continuidad de dichas prácticas. Una de estas medidas, es la cancelación parcial del canon por la obtención de productos, por permisionarios y concesionarios forestales, a través de la ejecución de tratamientos intermedios en bosques juveniles en reservas fiscales de producción forestal.

**Palabras clave:** política pública, tratamientos Intermedios, fomento forestal.

## Actividad forestal en los bosques nativos de Tierra del Fuego, Argentina

Parodi M<sup>1</sup>, Paredes D<sup>1</sup>, Ojeda J<sup>1</sup>, Farina S<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Desarrollo Forestal de Tierra del Fuego

Autor de correspondencia: [mparodi@tierradelfuego.gov.ar](mailto:mparodi@tierradelfuego.gov.ar)

### Resumen

La actividad forestal en Tierra del Fuego se desarrolló desde 1950 a 1995 (periodo histórico) a través de cortas denominadas "floreos", y cuya autoridad forestal fue el ex IFONA. Posteriormente, la norma forestal de la Provincia estableció un régimen de fiscalización orientado a prácticas silvícolas enmarcadas en planes de manejo y cuya gestión fue encaminada al ordenamiento de los bosques, clasificación y regulación de la superficie de intervención. Desde 1998 a 2005 (periodo de transición) se realiza el inventario forestal, la clasificación de los bosques por norma jurídica (Ley N° 145 – art 7°) y se crean reservas fiscales de producción forestal. Asimismo, los técnicos realizaron el primer cálculo de posibilidad del recurso y se declaró la "emergencia forestal", acción que regula la superficie de intervención anual desde el año 2005 al 2008 (periodo "con emergencia forestal"). En adelante, se inicia el proceso de ordenamiento territorial, seriado desde el año 2009 al presente (periodo "con ordenación forestal"). Desde los años '90, los tratamientos utilizados mayoritariamente corresponden a corta de regeneración y de retención dispersa y agregada. En el primer período, la intervención media en superficie fue de  $906,2 \pm 462,4$  ha.año<sup>-1</sup> y en volumen de  $47.642,4 \pm 27.967,3$  m<sup>3</sup>.año<sup>-1</sup>; en el segundo, la media de superficie fue de  $1.103,3 \pm 229,4$  ha.año<sup>-1</sup> y la media de volumen se duplicó a  $96.076,0 \pm 29.293,2$  m<sup>3</sup>.año<sup>-1</sup>; el tercer periodo reflejó una tendencia a la baja de la superficie intervenida, con de  $525,8 \pm 66,3$  ha.año<sup>-1</sup> y un volumen de  $57.132,0 \pm 13.375,4$  m<sup>3</sup>.año<sup>-1</sup>. El presente exhibe una media de intervención de  $452,2 \pm 97,3$  ha.año<sup>-1</sup> y en volumen  $54.953,3 \pm 8.433,2$  m<sup>3</sup>.año<sup>-1</sup>. Las intensidades de cortas, de  $52,6 \pm 5,1$  m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> pasaron al presente a  $122,9 \pm 12,1$  m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. La política y gestión técnica en la actividad ha conducido a un aprovechamiento más racional del recurso, con un mayor uso integral de los productos. Sin embargo sigue siendo un desafío reflejar la importancia del sector en la industria forestal, tanto en la calidad de producción primaria como en la generación del valor agregado en la cadena de producción.

**Palabras clave:** aprovechamiento forestal, recurso forestal, política forestal.

## Política forestal en apoyo a la implementación de sistemas silvopastoriles en bosque nativo de Patagonia

Peri PL<sup>1</sup>, Mónaco M<sup>2</sup>, Azcona M<sup>2</sup>, Borrás M<sup>2</sup>, Páez A<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA Santa Cruz, INTA - Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) - CONICET

<sup>2</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (MAyDS)

**Autor de correspondencia:** *peri.pablo@inta.gob.ar*

### Resumen

Según datos de los Ordenamientos Territoriales Provinciales, el país cuenta con alrededor de 50 millones de hectáreas de bosque nativo, donde más del 60 % corresponden a la categoría II o "amarillo" en el marco de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331. En este marco, se firma en 2015 el Convenio Marco Interinstitucional entre los actuales Ministerios de Agroindustria y el de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación para la implementación del acuerdo técnico sobre "Principios y Lineamientos Nacionales para el Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI)" con la intención de abordar esta situación mediante la implementación de un Plan Nacional MBGI. Dicho Plan asume el desafío de la producción sustentable del bosque nativo: compatibilizar las demandas de una población en continuo crecimiento, en un contexto de acelerado cambio climático, minimizando el cambio en el uso del suelo y la pérdida de biodiversidad. El objetivo principal del convenio es "contribuir al uso sustentable de los bosques nativos como una herramienta de desarrollo frente al cambio de uso del suelo". En este contexto, se analizaron los principales resultados de la aplicación de la Ley N° 26.331 en Patagonia para la implementación de los sistemas silvopastoriles (SSP) en el período 2010-2015. Del análisis se observó a nivel de la región patagónica la presentación de 125 planes, de los cuales 60 son Planes de SSP. La superficie de bosque nativo afectada a planes de manejo bajo uso silvopastoril es de 171.791 ha, lo cual representa el 61,2 % del total de planes de manejo financiados por la Ley en la región. Del análisis de situación de la política forestal en apoyo a los SSP, se considera importante unir las capacidades del Estado a las del sector privado, propender a un Ordenamiento Territorial con el enfoque de Desarrollo Territorial Rural, la incorporación de valor agregado a los productos forestales y ganaderos, y el mantenimiento de la biodiversidad y las funciones proveedoras de servicios ambientales en los ecosistemas forestales nativos.

**Palabras clave:** bosque nativo, sistemas silvopastoriles, sector productivo.



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

## INDICE

*V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur***COMISIÓN 4. PRODUCCIÓN FORESTAL SUSTENTABLE**

Fundamentos ecológicos del manejo sustentable del bosque nativo: desafíos, objetivos y enfoques de estudio	
<i>Amoroso MM</i> .....	213
Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia	
<i>Bava JO</i> .....	215
Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: evaluación por métodos acústicos en árboles en pie, trozas y tablas	
<i>Caballé G, Santaclara Estevez O, Diez JP, Gonda H, Martínez Meier A</i> .....	222
Influencia de los daños por guanaco y abióticos sobre el crecimiento de la regeneración en bosques cosechados de lenga en Tierra del Fuego	
<i>Cellini JM, Barrera MD, Lencinas MV, Soler R, Peri PL, Martínez Pastur G</i> .....	227
Efecto de un raleo selectivo y un raleo por lo bajo sobre el crecimiento de un bosque secundario de lenga en Tierra del Fuego, Chile	
<i>Cruz Madariaga GE, Rodríguez C F</i> .....	232
Intensidad de poda en plantaciones silvopastoriles de álamos en valles irrigados de Patagonia Norte	
<i>Davel MM, Arquero DE</i> .....	237
Implementación de raleos de alta estabilidad en bosques secundarios de lenga en Tierra del Fuego: de la teoría a la práctica	
<i>Favoretti S, Paredes D, Parodi M, Martínez Pastur G</i> .....	242
Comparación de la disponibilidad de agua de lluvia entre plantaciones con y sin manejo silvopastoril	
<i>Gomez FA, Tarabini MM, Buduba CG, La Manna L</i> .....	247
Efecto de la densidad sobre el crecimiento en un rodal de pino ponderosa y pino Jeffrey en Neuquén: resultados de 17 años de manejo	
<i>Gonda HE, Cortés GO, Bava JO, Loguercio G</i> .....	252
Monitoreo de rodales mixtos de raulí, roble pellín y coihue bajo manejo	
<i>González Peñalba M, Lara AM, Lozano LG, Clerici CG, Fernández MM</i> .....	257
Bio-prospección de hongos y bacterias con actividad bio-controladora contra <i>Phytophthora austrocedri</i>	
<i>Marfetán JA, Greslebin A, Vélez ML</i> .....	263
Viverización del Ciprés de la Cordillera: influencia del contenido hídrico y de fósforo en la etapa de establecimiento	
<i>Massone DS, Martucci AA, Bartoli CG, Pastorino MJ</i> .....	268
Mejoramiento genético de pino Oregon: evaluación de huertos semilleros de progenie y estrategias de manejo	
<i>Mondino VA, Aparicio AG, Martínez-Meier AG</i> .....	272
Efecto del manejo de bosque y de los cambios ambientales sobre la supervivencia y crecimiento de especies nativas de interés forestal	
<i>Nacif ME, Kitzberger T, Garibaldi LA</i> .....	276
Exploración de nuevos genotipos de sauces para aumentar la disponibilidad de clones para Patagonia Sur	
<i>Amico I, Cerrillo T, Schinelli Casares T</i> .....	283
Plantación de roble pellín en bosques bajos de la zona andina de Río Negro: interacciones entre tipo de plantas y herbivoría por ganado	
<i>Aparicio AG, Pastorino MJ, Garibaldi LA</i> .....	284

Micorrización de pino ponderosa producido en tubetes con aserrín sin compostar <i>Barroetaveña C, Kuhar F, Schinelli Casares T, Buduba CG</i> .....	285
Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: resistencia a flexión, módulo de elasticidad y densidad <i>Caballé G, Diez JP, Santaclara Estévez O, Merlo Sánchez E, Almeida J, Jovanovski A, Antonelli J, Martínez-Meier A</i> .....	286
Micorrizas en plantines de <i>Nothofagus</i> producidos en viveros de la región Andino-patagónica <i>Carron AI, Moguilevsky D, Fernández NV, Garibaldi LA, Fontenla S</i> .....	291
Presentación de un proyecto integrado a una red global para el estudio comparativo de la productividad de bosques puros y mixtos <i>Chauchard L, Velázquez A, Attis Beltrán H, Sbrancia R, Mortoro A, Dezzotti A, Frugoni C</i> .....	292
Plantación con dispositivo individual de recolección y almacenamiento de agua en la estepa patagónica <i>Ciari G, Buduba CG, Opazo W, Caruso C</i> .....	297
Protocolo para el monitoreo de invasiones de coníferas exóticas en el N.O. de la Patagonia argentina <i>Diez JP, Sarasola MM, Varela S, Núñez M</i> .....	298
Susceptibilidad, mortandad y crecimiento en diámetro de salicáceas en General Conesa (Río Negro) <i>Echevarria DC, Segura AR</i> .....	303
Crecimiento de coníferas de España y el noreste de Estados Unidos en Chubut: resultados a los 15 años <i>Enricci JA, Gonda HE, Contardi L, Nuñez E, Troncoso O, Mondino VA</i> .....	304
Relaciones suelo-paisaje y calidad de sitio para pino ponderosa en el sur de Neuquén, Argentina <i>Frugoni MC, Falbo G, Zapiola D, Rabino AL</i> .....	305
Ensayos de implantación de especies forrajeras en la estepa degradada bajo cobertura de pino ponderosa en el centro oeste de Chubut <i>García Martínez G, Buduba C, Loguercio G, Nagahama N, Oyharzábal E</i> .....	310
Efecto del manejo leñero sobre el contenido de humedad de combustibles vivos en matorrales de Patagonia norte <i>Goldenberg MG, Oddi F, Gowda JH, Garibaldi LA</i> .....	311
Diferencias fisiológicas y morfológicas de raulí y roble pellín en invernadero bajo diferentes condiciones lumínicas y nutricionales <i>Gomez FM, Graciano C</i> .....	312
Arquitectura foliar y clave de mirtáceas forestales exóticas cultivadas en Argentina (tribus Eucalypteae y Lophostemoneae) <i>González CC, Sotto AD</i> .....	313
Mejoramiento genético en ñire: primeros pasos hacia un huerto semillero de progenies <i>Hansen N, Mondino VA, Schinelli Casares T, Tejera EL, Pastorino MJ</i> .....	314
Campo Forestal Alicurá: evaluación del crecimiento en rodales de pino ponderosa post raleo <i>Hernández JR</i> .....	315
Coleópteros y plantas como indicadores para el monitoreo de aprovechamientos con retención variable en bosques de lenga de Tierra del Fuego <i>Lencinas MV, Sola FJ, Cellini JM, Martínez Pastur G</i> .....	316
Efecto de tratamientos silvícolas sobre la formación de madera madura en pino ponderosa <i>Letourneau FJ, Medina A, Pampiglioni A, Ancalao M, Saihueque M, González A</i> .....	317
Dinámica de la regeneración en bosques de lenga cosechados mediante retención variable: Influencia de los daños bióticos y abióticos <i>Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV, Soler RM, Barrera MD</i> .....	318
Evaluación in-vivo de microorganismos nativos con capacidades de promoción del crecimiento vegetal sobre estacas de álamo cultivadas en invernadero	

<i>Mestre MC, Severino ME, Aparicio AG, Pastorino MJ, Fontenla S</i> .....	325
Mortandad agrupada del coihue en la Patagonia argentina: identificación de los organismos asociados	
<i>Molina L, Vélez ML, Rajchenberg M, Izquierdo M, Pildain MB</i> .....	326
Avances en un proyecto de detección de anomalías en la cobertura vegetal en plantaciones de pinos a través del uso de herramientas de teledetección	
<i>Monte CB</i> .....	327
Mansedumbre adquirida por manejo en sistemas bovinos extensivos con bosque de ñire	
<i>Ormaechea S, Escribano C, Peri PL</i> .....	328
Diferencias entre la regeneración pre- y post-instalada en bosques de lenga cosechados mediante cortas de protección en Tierra del Fuego, Argentina	
<i>Paredes D, Quiroz D, Martínez Pastur G, Lencinas MV, Cellini JM, Ojeda J, Farina S, Parodi M</i> .....	329
Estabilidad del dosel remanente y crecimiento en cosechas de bosques secundarios y floreados de lenga en Tierra del Fuego: 5 años de seguimiento	
<i>Parodi M, Favoretti S, Paredes D, Cena ME, Martínez Pastur G</i> .....	330
Cipreses de Arizona: un ensayo de orígenes en la estepa nordpatagónica	
<i>Pastorino MJ, Aparicio AG</i> .....	331
Efecto de la altura de corte y edad del árbol en la capacidad inicial de rebrote de tocón de ñire en bosques de la Patagonia Chilena	
<i>Promis A, Cruz G, Galindo N</i> .....	332
Toma de decisiones y manejo silvopastoril en ñirantales. Modelo de producción de leña	
<i>Rusch V, Varela S, Ivancich H, Letourneau F, Goijman A</i> .....	333
Efecto del sustrato sobre el crecimiento temprano de pino ponderosa en contenedor y en un área de secano de la Patagonia extra-andina	
<i>Sbrancia R, Dezzotti A, Mortoro A, Velásquez A, Attis Beltrán H</i> .....	338
Mejoramiento genético en ñire: selección temprana por forma forestal	
<i>Schinelli Casares T, Mondino VA, Paredes M, Pastorino MJ</i> .....	339
Comparación de modelos de plantación en sistemas silvopastoriles con álamo mediante indicadores económicos y financieros	
<i>Segura A</i> .....	340
Germinación de ciprés de la cordillera a diferentes temperaturas y regímenes de aplicación	
<i>Taccari LE, Nuñez E, Martucci A, Massone DS</i> .....	341
Estudio preliminar en el manejo de plantas madre para propagar vegetativamente al ciprés de la cordillera	
<i>Taccari LE, Rocha P, Greslebin AG, Vélez ML</i> .....	342
Evaluación en altura inicial de procedencias locales de pino ponderosa	
<i>Tejera EL, Schinelli Casares T, Basil JG, Mondino VA, Gallo LA, Martinez-Meier A, Pastorino MJ</i> .....	343
Índice de densidad de rodal para bosques de ñire de la Provincia del Chubut	
<i>Tejera EL, Letourneau FL</i> .....	344
Valor nutricional de pasto ovillo y trébol blanco en sistemas silvopastoriles con álamos y sauces	
<i>Thomas E, Cancio H, Boetto C, Caballé G</i> .....	345
Inventario Nacional de Plantaciones Forestales: experiencias de su ejecución y resultados en la región andina de la Provincia de Neuquén	
<i>Trípodi N, Zalazar G, Fernández JC, Gonzalez Musso R</i> .....	348
Estimación de volumen individual de fuste de especies leñosas de los matorrales y bosques mixtos del NO de la Patagonia Argentina	
<i>Varela SA, Diez JP, Rusch V, Letourneau F, Gyenge JE, Testa H, Ivancich H, Garibaldi LA</i> .....	349
Intervenciones silvopastoriles en bosque de ñire: análisis de viabilidad productiva y de daño a renovales	
<i>von Müller AR, Hansen NE</i> .....	354

# Producción Forestal Sustentable

# **CONFERENCIAS INVITADAS**

## Fundamentos ecológicos del manejo sustentable del bosque nativo: desafíos, objetivos y enfoques de estudio

Mariano M. Amoroso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD), Universidad Nacional de Río Negro - CCT Patagonia Norte, CONICET*

**E-mail:** *mariano.amoroso@gmail.com*

Los bosques son recursos renovables que proporcionan una amplia gama de bienes y servicios económicos, sociales, ambientales y culturales. El manejo sustentable de estos ecosistemas, y las prácticas silvícolas que de este se desprenden, deberían garantizar como objetivo principal, la producción de bienes y servicios para varios sectores de la sociedad (Smith et al. 1997). La utilización de los bosques y el manejo forestal tienen una larga historia, y las acciones y prácticas que de esto resultaron a lo largo del tiempo han reflejado el contexto económico, social y cultural de cada momento. En particular, en las últimas décadas el manejo forestal viene experimentando cambios importantes y sin precedentes. Esto tiene que ver con los desafíos de una transición dada por cambios en el manejo histórico con un único objetivo maderero, a cambios hacia un manejo con múltiples usos y, más recientemente, hacia un manejo con objetivos múltiples (Puettmann et al. 2009). Esto último incluye no sólo la provisión de productos forestales sino también de productos forestales no madereros y el mantenimiento de la biodiversidad y la calidad del agua, sin perder de vista valores paisajísticos ni espirituales que pueden ofrecer los bosques. El éxito en la implementación de un manejo sustentable es cambiar modelos de producción y desarrollar sistemas que además sostengan el funcionamiento y la dinámica de los ecosistemas forestales manteniendo la biodiversidad y la resiliencia ecológica para asegurar un amplio rango de servicios y valores a las sociedades (Kimmins 2008).

En esta transición de las últimas décadas, los silvicultores vienen siendo cuestionados para que reevalúen prácticas tradicionales o diseñen nuevas prácticas y sistemas para satisfacer las necesidades y deseos de las sociedades. Esto ha llevado a que los silvicultores tengan que reconocer y entender un amplio espectro de nuevas cuestiones ecológicas y sociales a tener en cuenta a la hora de manejar los recursos forestales (Kimmins 2008). Como consecuencia, ha habido un incremento en la investigación para comprender funciones y procesos en los ecosistemas boscosos, y cómo estos se ven afectados por el manejo y los disturbios naturales que más comúnmente tienen lugar. Paralelamente, nos enfrentamos a un aumento de la complejidad de estos sistemas dado el aumento en las demandas por parte de las sociedades, la globalización y las especies introducidas, entre otras cosas, como también así un aumento de la incertidumbre dada por procesos de mayor escala como el cambio climático, la economía globalizada y los cambios sociales resultantes (Puettmann et al. 2009). Todo esto conlleva el estudio de nuevos campos por parte de los silvicultores quienes tradicionalmente basaron su formación principalmente en lo técnico y ecológico. En este sentido, cobran gran importancia todos aquellos conocimientos y estudios científicos que apunten a evaluar la respuesta de los árboles y rodales a los tratamientos silvícolas prescritos, pero también a evaluar la respuesta del ecosistema en su conjunto considerando variables económicas y sociales. El gran desafío como gestores y promotores del manejo sustentable de estos recursos es sin duda comprender estos complejos cambios dados por este nuevo paradigma y responder rápidamente con el diseño e implementación de sistemas silvícolas desde un enfoque científico. Esto requiere diferentes enfoques multidisciplinarios que atiendan la demanda de cada ecosistema y sistema de manejo.

Desde sus inicios a la actualidad, la silvicultura se ha basado en la implementación de parcelas de manejo a escalas de rodal. En décadas recientes, y en respuesta a cambios hacia un enfoque sistémico, se han comenzado a desarrollar áreas demostrativas y tratamientos a gran escala. En ambos casos, algunos de estos experimentos también se han beneficiado por el esfuerzo en establecer parcelas de monitoreo permanentes y de largo plazo, permitiendo una expansión en la

escala temporal de análisis. Dado el alto esfuerzo y costo de esto, es posible valernos de técnicas retrospectivas (ej. dendrocronología) que permiten la reconstrucción de la dinámica del bosque y pueden ser utilizadas, tanto en bosque bajo manejo como en masas sin manejo, para evaluar la respuesta de los rodales a tratamientos silvícolas. La dendroecología permite abordar de manera conjunta, y desde un enfoque científico, la evaluación de los tratamientos silvícolas y el estudio de la dinámica forestal resultante tanto de procesos autogénicos como aquellos dados por los disturbios naturales (Speer 2010, Amoroso y Suarez 2015). El aumento en la escala de análisis que conlleva la incorporación de un enfoque sistémico, al igual que aquellos estudios retrospectivos, han representado un gran aporte al conocimiento de la ecología y la dinámica de los bosques a manejar. Esto no es un punto menor, ya que aun cuando los silvicultores han recibido tradicionalmente una formación y entrenamiento respecto de la ecología de los bosques, el desconocimiento de la ecología y la dinámica forestal ha sido en gran parte -y sigue siendo- responsable de los fracasos en la implementación de sistemas silvícolas en diferentes tipos forestales en varias regiones del mundo (Puettmann et al. 2009).

Un enfoque que viene obteniendo resultados satisfactorios en diferentes ecosistemas boscosos en donde se promueve el manejo sustentable con estos objetivos múltiples es aquel en el cual el diseño, la implementación y la evaluación del sistema de manejo propuesto se enmarca dentro de un "manejo adaptativo". El manejo adaptativo es un abordaje sistémico para desarrollar el manejo de recursos naturales y construir conocimiento sobre la base de los resultados del manejo. Este proceso iterativo tiene el alto valor en el manejo sustentable ya que las decisiones a lo largo del tiempo dependen del resultado real y no del esperado. El manejo adaptativo incorpora investigación en las acciones concretas y toma de decisiones a través de la integración de diseño, manejo y monitoreo, para probar sistemáticamente ciertos supuestos, para poder adaptarse y aprender.

En resumen, el manejo forestal sustentable debe desarrollar y sostener sistemas silvícolas y prácticas que sustenten todas las funciones y servicios que los bosques proveen, manteniendo la biodiversidad y garantizando la provisión de múltiples servicios ecosistémicos mientras se producen productos de valor maderero. Esto exige, basado en el conocimiento científico, articular consideraciones ecológicas, socioeconómicas, técnicas y políticas de manera conjunta, tomando en cuenta la necesidad de atender las demandas actuales y la responsabilidad ética para con las generaciones futuras.

### **Bibliografía**

Amoroso MM, Suarez ML. 2015. La aplicación del análisis de los anillos de crecimiento a interrogantes ecológicos: Un breve repaso de la Dendroecología en Hispanoamérica. *Ecosistemas* 24: 1-6.

Kimmins JP. 2004. *Forest Ecology. A foundation for sustainable management and environmental ethics in forestry, 3rd Edition*. Prentice Hall: Upper Saddle River, N.

Oliver C, Larson B. 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons, Inc..

Puettmann KJ, Coates KD, Messier C. 2008. *A Critique of Silviculture: Managing For Complexity*. 2008. Washington DC: Island Press.

Smith DM, Larson BC, Kelty MJ, Ashton PMS. 1997. *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*, 9th Edition. John Wiley and Sons, Inc.

Speer JH. 2010. *Fundamentals of tree-ring research*. University of Arizona Press.

## Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia

José O. Bava<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIEFAP; Universidad Nacional de la Patagonia SJB

E-mail: [jbava@ciefap.org.ar](mailto:jbava@ciefap.org.ar)

### Introducción

En Patagonia afirmamos que las forestaciones tienen el potencial de convertirse en un pilar del desarrollo regional. Nos basamos, entre otras cosas, en la disponibilidad de grandes superficies con aptitud para la actividad. Desde otro punto de vista, deben tenerse en cuenta recaudos ambientales, e incluso se dice que las forestaciones pueden constituirse en “desiertos verdes”. Una mirada estrictamente economicista, indicaría que la competencia con otras regiones del país, con menores costos de producción, mayores crecimientos y una oferta de materia prima más concentrada, sería muy desfavorable para esta región. Pero, ¿qué sucede si consideramos todos estos aspectos en su conjunto? Este trabajo presenta una mirada construida en el marco del proyecto EAE a lo largo de 2014 y 2015 (Bava et al. 2016), junto con los resultados del inventario de plantaciones y otros trabajos realizados en el CIEFAP y también por instituciones amigas.

### El Área de Análisis

El área de análisis se definió en la faja cordillerana del ecotono entre el bosque nativo y la estepa patagónica donde, según el estado actual del conocimiento y experiencia, es factible el establecimiento de forestaciones en secano. Abarca una superficie de 6.601.194 ha. Los criterios utilizados para definir los límites de estas tierras fueron los siguientes:

- 1- Norte: Límite entre las provincias de Mendoza y Neuquén.
- 2- Sur: 44° 30' de latitud en la provincia del Chubut, hasta donde existen superficies forestables extensas y hay forestaciones establecidas.
- 3- Oeste: Límite internacional con la República de Chile.
- 4- Este: Isohietas de 400 mm/a en Neuquén y Río Negro, y 300 mm/a en Chubut.
- 5- Altitud: se consideró un límite superior de 1800 m snm en el norte de la provincia de Neuquén. Esta altitud se utilizó hasta aproximadamente los 38° 40' de latitud, al noreste de los lagos Aluminé y Moquehue, dado que a mayor latitud el límite pasa a ser el bosque nativo que se ubica a una altitud menor.

La observación de la vulnerabilidad de los ambientes naturales al desarrollo de forestaciones, así como la definición del tipo de desarrollo esperable, es muy variable dentro del área de estudio. En estas condiciones, muchos análisis a nivel de toda el área de estudio sólo pueden concluir en recomendaciones muy generales, que no serán de ayuda en todos los casos. En este sentido, es recomendable utilizar una unidad de análisis menor, para poder tener una mayor escala, lo que aporta mejor información a la toma de decisiones. Los análisis de resultados de cada producto obtenido se presentan en referencia a unidades menores de análisis que fueron definidas como cuencas, que se basaron en las cuencas *hidrográficas* del territorio. El límite Este de las mismas quedó determinado por el área de estudio. Luego, teniendo en cuenta las disposiciones administrativas del territorio, algunas de ellas fueron divididas manualmente (ej. Futaleufú Norte-Futaleufú Sur). Su nomenclatura se corresponde con el río principal homónimo: Cuenca del Río Neuquén Norte (1.330.771 ha), Cuenca del Río Limay Norte (790.237 ha), Cuenca del Río Limay Sur (1.680.599 ha), Cuenca de los Ríos Manso – Puelo (606.286 ha), Cuenca del Río Futaleufú Norte (374.585 ha), Cuenca del Río Futaleufú Sur (357.122 ha), Cuenca del Río Chubut (824.607 ha), y Cuenca del Río Carrenleufú (636.986 ha).

### Qué Forestaciones Tenemos y Cómo Podríamos Desarrollarnos

La superficie de plantaciones es de unas 108.500 ha, concentrándose más de la mitad de la superficie en las cuencas del centro y norte de Neuquén (Tabla 1).

**Tabla 1.** Superficie de plantaciones por cuenca y provincia

Neuquén Norte	22.226,3		
Limay Norte	24.928,7	Neuquén	61.722,7
Limay Sur_Nqn	14.567,7		
Limay Sur_RN	4.801,7		
Manso y Puelo_RN	4.053,2	Río Negro	11.064,5
Chubut_RN	2.209,7		
Manso y Puelo_Ch	4.760,6		
Futaleufú Norte	7.718,1		
Futaleufú Sur	2.649,4	Chubut	33.196,7
Chubut_Ch	8.508,7		
Carrenleufú	9.559,8		
Otras áreas	2.513,0		2.513,0
<b>Total</b>	<b>108.496,9</b>		

Fuente: Inventario Patagónico de Plantaciones

El promedio de forestación efectiva anual podría rondar las 2.400 ha/año, valor histórico asumiendo que se han plantado unas 110.00 ha en los últimos 45 años. Durante el año 2013, la tasa de forestación anual para toda la región no superó las 1.000 ha. Los escenarios futuros de tasas de forestación deberían sustentarse en un objetivo estratégico, de largo plazo, que sirva de marco para lograr una sostenibilidad productiva regional y por cuenca. Considerando un turno promedio de 43 años, la superficie estratégica adicional a forestar en ese lapso de tiempo, sería de 103.700 ha (4 % del potencial biofísico). En los próximos 15 años se deberían plantar 36.000 ha, que deberían ubicarse favoreciendo el desarrollo de nodos productivos.

### La Potencialidad Para la Producción

Las tierras potencialmente forestables son aquellas que por sus características biofísicas presentan condiciones para el establecimiento de forestaciones. El área de estudio presenta condiciones ambientales generales aptas para las forestaciones con pino ponderosa en seco. Sin embargo, dentro de la misma hay condiciones de sitio que limitan o impiden el establecimiento y/o el crecimiento de árboles (afloramientos rocosos, mallines, altitud, etc.). Tomando en cuenta esto, se definieron los criterios de exclusión de superficies, como Altitud, Redes de caminos y cuerpos de agua, Mallines, etc. El potencial biofísico para pino ponderosa fue de unas 2.580.00 ha en el área de estudio, que se distribuyen en diferentes calidades de sitio (tabla 2).

Se identificaron nodos productivos, considerando áreas potencialmente forestables con pino ponderosa y pino oregón que permitan satisfacer las necesidades de materia prima de potenciales nodos, de tal forma que se minimicen los costos de transferencia hacia y desde él, de todos los insumos y bienes que intervienen en el proyecto. Se asignaron superficies por clase de calidad de sitio a cada nodo, junto con su rentabilidad promedio. En la Tabla 1 se presenta la superficie que sería necesario plantar en cada nodo, asumiendo un escenario de forestaciones igual al promedio histórico, y los volúmenes que se producirían una vez alcanzado el turno. Esta estimación se realizó distribuyendo la superficie de manera proporcional a la superficie de cada nodo, y asumiendo un turno promedio de 43 años. Con una tasa anual de forestaciones de entre 70 y 300 ha por nodo, podrían alcanzarse volúmenes de 40.000 a 120.000 ha de producción anual, a lo que debe agregarse el producto de las plantaciones existentes.

**Tabla 2.** Superficies (ha) de cada calidad de sitio para pino ponderosa para cada cuenca

Cuenca	Calidad de sitio				Total
	I	II	III	IV	
Neuquén Norte	3.802	114.133	306.553	155.553	580.041
Limay Norte	9.607	157.584	146.235	24.572	337.998
Limay Sur	23.816	148.127	361.099	217.409	750.451
Manso y Puelo	17.801	18.262	7.167	5	43.235
Futaleufú Norte	432	15.837	54.786	-	71.055
Futaleufú Sur	232	13.736	63.240	118	77.326
Chubut	1.547	15.573	327.468	166.779	511.367
Carrenleufú	215	9.230	76.093	127.711	213.249
<b>TOTAL</b>	<b>57.451</b>	<b>492.482</b>	<b>1.342.641</b>	<b>692.146</b>	<b>2.584.722</b>

**Tabla 1.** Superficie total y anual a forestar; volumen anual de raleo, de corta final y de tala rasa calculado al momento del turno, considerando el escenario de forestación de 2200 ha anuales en el área de estudio

Nodo	Superficie a plantar (ha)		Volumen (m <sup>3</sup> )		
	Total	Anual	Raleo	Tala Rasa	Total
Las Ovejas	9.451	220	20.636	74.104	94.741
El Cholar	8.141	189	16.913	58.509	75.422
Alumine	6.865	160	17.175	67.091	84.266
Pilolil	6.362	148	15.114	57.344	72.459
Junin de los Andes	10.916	254	25.398	95.204	120.601
Pilcaniyeu	12.866	299	25.871	87.620	113.491
Villa Alicura	5.032	117	9.591	31.372	40.963
Bariloche	3.003	70	6.758	24.531	31.289
Epuyen	7.438	173	18.176	69.945	88.120
Esquel	10.186	237	23.618	86.924	110.541
Tecka	8.558	199	16.296	53.268	69.564
Ñorquinco	6.928	161	14.741	51.882	66.623
Corcovado	3.528	82	8.057	29.656	37.713
Rio Pico	12.448	289	23.657	77.229	100.885
<b>TOTAL NODOS</b>	<b>111.723</b>	<b>2.598</b>	<b>242.000</b>	<b>864.678</b>	<b>1.106.678</b>

### La Vulnerabilidad

Existen muchas definiciones de vulnerabilidad (ver Gómez 2001). Algunas de ellas se refieren a un aspecto muy particular, como por ejemplo la definición que utiliza el Panel Internacional para el Cambio Climático (PICC, 2001), otras definiciones son más generales. Clark et al. (2000) indican que la vulnerabilidad es un concepto multidimensional que incluye exposición (el grado al cual un grupo

humano o ecosistema entra en contacto con un riesgo particular), sensibilidad (el grado al cual una unidad de exposición es afectada por la exposición) y resiliencia (capacidad para resistir o recuperarse del daño asociado con la convergencia de presiones múltiples). En este trabajo, para la definición de vulnerabilidad, se adaptó un ejemplo de Centroamérica (Utilización de Sistemas de Información Geográfica para la Seguridad Alimentaria sostenible en zonas marginadas de Honduras, Nicaragua y Guatemala, Urquijo Reguera y Trueba, 2003) que analiza vulnerabilidad alimentaria frente a cambio climático. En el presente estudio, la vulnerabilidad ambiental a las forestaciones (actuales y potenciales) se define mediante la superposición de tres componentes de análisis: estado del ecosistema, exposición a la actividad forestal y capacidad de respuesta. Para poder analizar en conjunto estos tres factores y lograr un valor relativo de vulnerabilidad, fue necesario asignar a cada componente y sub-componente un valor numérico relativo.

El área de estudio se clasificó en tres clases de Vulnerabilidad. Los sectores de mayor vulnerabilidad ocupan aproximadamente sólo un 5 % de la superficie de la cuenca (Tabla ), debido principalmente a que las zonas que reúnen los principales sitios, elementos y especies de especial valor para la conservación, se encuentran protegidas por la legislación vigente, o en ambientes donde no se realizarán forestaciones. La clase de vulnerabilidad media cubre un 46 % de la superficie.

**Tabla 4.** Superficie de las clases de vulnerabilidad en ha y % para el área de estudio

Clase de Vulnerabilidad	Superficie (ha)	Superficie (%)
Alta	333.767	5,0
Media	3.650.707	55,3
Baja	2.616.679	39,6

#### **Análisis por Cuenca: Ejemplo Limay Norte**

La cuenca tiene una superficie total de 790.237 ha. Al oeste y noroeste limita con la República de Chile, al sur con la cuenca Limay Sur, y al este con la divisoria de aguas de la cuenca del río Aluminé y sus afluentes. En la cuenca hay unas 200.300 ha de bosque nativo, con predominio de araucaria, seguida por el ñire y la lenga (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La estepa ocupa unas 348.380 ha, de las cuales 110.000 ha se encuentran clasificadas como muy degradadas. Los humedales, incluyendo mallines, ocupan unas 17.477 ha. Según la ley 26.331 el territorio cubierto de bosques está dominado grandemente por las categorías roja y amarilla.

Se estima que existen en la cuenca unas 335.801 ha de tierras disponibles para forestar con pino ponderosa y unas 8.189 ha para pino oregón. La cuenca Limay Norte podría generar dos nodos productivos, uno en proximidades de la localidad de Aluminé (nodo Aluminé), y otro en el área denominada Pilolil (nodo Pilolil). El primero se abastecería exclusivamente de materia prima proveniente de la cuenca Limay Norte, y el segundo también recibiría aportes de la cuenca Limay Sur, dentro de los límites de distancia máxima asumida en el estudio. Cabe destacar que en la zona de Pilolil, al no existir un asentamiento humano de una mínima envergadura, no se dispone en la actualidad de servicios de agua, energía, y la mano de obra que podría demandar el desarrollo de un nodo. Tal vez la materia prima existente en esa área podría procesarse en el nodo Junín de los Andes, perteneciente a la cuenca Limay Sur. La superficie potencial del nodo Aluminé se estima en 116.038 ha, de las cuales el 79 % corresponde mayormente a las calidades de sitio II y III para pino ponderosa y el 15 % a pino oregón. El promedio ponderado de la TIR es de 7,5 % y la distancia media al nodo es de 31 km. Por otro lado, la superficie potencial del nodo Pilolil es de 91.523 ha, de las cuales el 78 % corresponde mayormente a la clase II y III para pino ponderosa. La mejor aptitud productiva está en 4.426 ha con aptitud para oregón y 1.500 ha de calidad de sitio I para pino ponderosa. El promedio ponderado de la TIR es de 6,8 % y la distancia media al nodo 28 km. De

acuerdo al escenario estratégico planteado, para el desarrollo de los nodos sería recomendable promover la forestación de unas 150 ha anuales en cada uno, que se agregarían paulatinamente a las 25.414 ha que ya se han forestado en la cuenca.

La superficie forestada es de unas 25.000 ha, un 66 % de las cuales corresponde a pino ponderosa. Las primeras plantaciones registradas en la cuenca datan de 1966, siendo éstas pequeñas superficies de ponderosa. A mediados de la década del '70 se comenzó a registrar un aumento en la superficie plantada, observando su máximo a mediados de 1986. Este incremento se mantuvo a un ritmo constante, hasta el año 2005, a partir del cual disminuye hasta la actualidad. Esto se verá reflejado en la producción y en el desarrollo industrial pudiendo afectar la sostenibilidad a futuro. Para revertir esta situación sería conveniente promover la forestación de por lo menos unas 500 ha a 700 ha al año, idealmente en cercanía de los nodos Aluminé y Pilolil. Esta promoción debería extenderse por lo menos una década, hasta que las plantaciones realizadas a partir de 1980 alcancen su turno de corta.

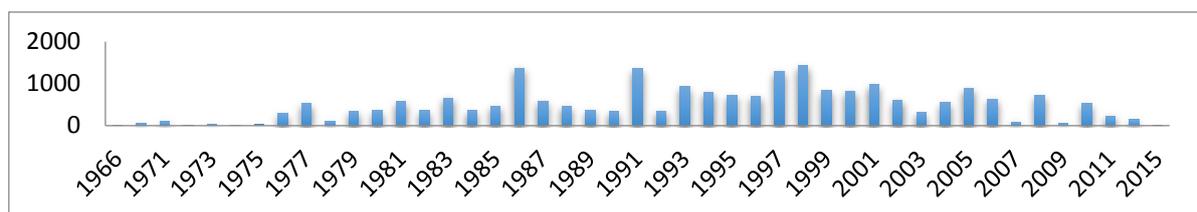


Figura 1: Evolución de la superficie forestada (ha/año)

En relación a la vulnerabilidad, los sitios considerados prioritarios por su valor de conservación dentro de la cuenca son el Macizo de Chalil (límite oriental de araucaria, posadero de cóndores), las Sierras de Catán Lil (población oriental de araucaria, posadero de cóndores), Las Coloradas (nidificación y posadero de cóndores, especies inusuales), Pilolil (bosque relictual de roble), y Quillén Tromen (población araucaria y *Nothofagus*, diversidad de avifauna y endemismos regionales). Las especies amenazadas son el huillín (*Lontra provocax*), la rana del Catedral, la rata de los pinares menor (*Aconaemys sagei*), la ranita de meseta (*Atelognathus praebasalticus*), la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwinii*) y el matuasto overo (*Diplolaemus leopardinus*). Los elementos especiales son los sitios de nidificación y posaderos de cóndor (*Vultur gryphus*), el hábitat acuático y ripario potencial del huillín (*Lontra provocax*) y los relictos de araucaria.

Esta cuenca tiene una importante superficie para forestar donde coinciden clases de sitio de pino ponderosa II y III con áreas de prioridad de conservación y vulnerabilidad bajas. Además, dos de los nodos propuestos: Aluminé y Pilolil, están próximos a dos de los tres sectores con mayor concentración actual de plantaciones en la cuenca, y sus áreas forestables de influencia se corresponden en su mayoría con el programa de promoción Certeza Forestal Centro. Se recomienda continuar forestando en los sectores cercanos a los dos nodos propuestos en sectores alejados de los bosques nativos, especialmente de los bosques de araucaria, priorizando los sitios más productivos.

Se recomienda excluir del área de plantaciones las zonas de mayor concentración de relictos de araucaria, y la observancia de zonas buffer de por lo menos 300 m, en aquellas situaciones en que se encuentren relictos aislados que no pudieron ser detectados en la zonificación de la cuenca. La araucaria se encuentra sometida a una fuerte presión antrópica por el uso ganadero, el piñoneo, la invasión de pinos exóticos y posiblemente la ocurrencia de cortas ilegales. La observancia de las restricciones mencionadas en relación al desarrollo de forestaciones, no constituye una solución a las amenazas que sufren estos bosques, pero contribuye a no agravar su situación. En el área analizada, los bosques de araucaria ocurren de forma fragmentada, formando pequeños bosquetes, grupos de árboles y/o árboles aislados. La expansión natural de las poblaciones de araucaria, podría estar siendo fuertemente influenciada por el uso actual del suelo (i.e. ganadero, recolección de piñones).

Dado que la matriz posee potencial biofísico para forestaciones, se sugiere que en los planes de forestación con pino se incluya un porcentaje de la superficie (5-10 %) a ser forestada con la especie nativa que se considere más adecuada al sitio. Esta innovación contribuirá a incrementar la conectividad entre los relictos. La ubicación, diseño, especie/s y manejo forestal deben ser analizados a nivel predial (o de proyecto), por lo que están fuera del alcance de este estudio. Se desaconseja la plantación con pino murrayana por su potencial invasivo y los escasos crecimientos en comparación con pino ponderosa.

Respecto a las especies de anfibios y reptiles vulnerables presentes en la cuenca se recomienda dejar isletas de vegetación natural entre las forestaciones. Los humedales fueron excluidos de las áreas potencialmente forestables y se propone además, mantener zonas buffers, por lo que no deberían ocurrir superposiciones. Esta consideración vale también para otras áreas definidas como de alto valor por la presencia de especies vegetales endémicas, donde la principal herramienta para asegurar la conservación es el manejo de la densidad. Se recomienda mantener densidades medias (Índice de Densidad de Reineke entre 500 y 700) y el manejo de residuos de las intervenciones. Tan importante como manejar plantaciones a esos valores de IDR, es realizar intervenciones de manejo a edades tempranas. Los modelos de manejo, propuestos para la región, contemplan una primera intervención alrededor de los 10 años, en la cual se practican podas y raleos, y una segunda instancia de manejo alrededor de los 16-18 años. Intervenciones de manejo tardías, promueven pérdidas de biodiversidad, al igual que ocurre con la ausencia de manejo. La silvicultura debe ser sitio-específica, pero en términos generales se sugiere que la cobertura del dosel no debe cerrarse, y antes que ello ocurra se debe intervenir, según el objetivo productivo, manteniéndola por debajo del 70 % para macizos y por debajo de 50 % para sistemas silvopastoriles. Cuando se analizaron las superposiciones entre forestaciones actuales y elementos de alto valor de conservación surgieron algunas superposiciones, las cuales se proponen como candidatas a ser incluidas en un proceso de monitoreo.

### Bibliografía

- Bava JO, GA Loguercio, I Orellana, MF Ríos Campano, MM Davel, HE Gonda, L Heitzmann, M Gómez, MA González, G Salvador, G. Zacconi. 2016. Evaluación Ambiental Estratégica. Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia. CIEFAP – FUNDFEAEP
- Clark, W.C., Jager, J., Corell, R., Kasperson, R., McCarthy, J.J.,-Cash, D., Cohen, S.J., Desanker, P., Dickson, N.M., Epstein, P.,- Guston, D.H., Hall, J.M., Jaeger, C., Janetos, A., Leary, N., Levy, M.A., Luers, A., MacCracken, M., Melillo, J., Moss, R., Nigg, J.M., Parry, M.L., Parson, E.A., Ribot, J.C., Schellnhuber, H.-J., Seielstad, G.A., Shea, E., Vogel, C., Wilbanks, T.J. 2000. Assessing vulnerability to global environmental risks. Report of the Workshop on Vulnerability to Global Environmental Change: Challenges for Research, Assessment and Decision Making, Warrenton, VA. Research and Assessment Systems for Sustainability Program Discussion Paper 2000-12. Environment and Natural Resources Program, Belfer Center for Science and International Affairs (BCSIA), Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, MA.
- Gómez J. J. 2001. Vulnerabilidad y Medio Ambiente. Seminario Internacional Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 20 y 21 de junio de 2001
- PICC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Grupo de Trabajo 2, 2001. Third Assessment Report, Annex B: Glossary of Terms.

# **TRABAJOS VOLUNTARIOS SELECCIONADOS**

## Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: evaluación por métodos acústicos en árboles en pie, trozas y tablas

Gonzalo Caballé<sup>1\*</sup>, Oscar Santaclara Estevez<sup>2</sup>, Juan Pablo Diez<sup>1</sup>, Héctor Gonda<sup>3</sup>, Alejandro Martínez Meier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Ecología Forestal, EEA Bariloche, INTA; <sup>2</sup>Madera Plus SL; <sup>3</sup>CIEFAP

\*Autor de correspondencia: [caballe.gonzalo@inta.gob.ar](mailto:caballe.gonzalo@inta.gob.ar)

### Resumen

La clasificación resistente de la madera en diferentes calidades, surge por la necesidad de homogeneizar los factores de variabilidad de este material y en consecuencia, asignar una resistencia con un nivel de seguridad aceptable sobre la base de un método confiable. Los métodos acústicos de evaluación, forman parte de este grupo. La aplicabilidad del método reside en la relación existente entre las propiedades físico-mecánicas de la madera, en particular el módulo de elasticidad (MOE), y la velocidad de propagación de las ondas. El objetivo del presente trabajo, fue evaluar el efecto de distintas densidades de manejo sobre la calidad de madera del pino ponderosa para uso estructural empleando métodos acústicos. Se midió la velocidad de propagación de una onda acústica en árboles en pie creciendo en 4 densidades de manejo definidas en términos de índice de densidad de Reineke (300-500, 600-800, 900-1100 y 2300). En cada densidad, se aparearon 2 árboles de velocidad alta, media y baja. Estos árboles fueron trozados y en todas las trozas obtenidas se midió la velocidad de propagación de la onda acústica. La segunda troza de cada árbol fue aserrada en tablas de 2 pulgadas de espesor en las cuales también se midió la velocidad de propagación. La velocidad de propagación de la onda acústica de los árboles en pie mostró diferencias entre el testigo (IDR 2300) y el resto de los tratamientos. La velocidad en las trozas del testigo fue superior al resto de los tratamientos y la velocidad de ambos tratamiento intermedios fue mayor que en el tratamiento más ralo (IDR 300-500). La velocidad de propagación de onda en las tablas obtenidas de la segunda troza, mantuvieron el mismo patrón encontrado en las trozas. Se prueba entonces, que el aumento del nivel de competencia intraespecífica, en este caso fijada en base al índice de densidad de Reineke (IDR), aumenta la calidad resistente de la madera del pino ponderosa. No obstante, los valores de velocidad obtenidos son bajos respecto a otras coníferas, limitando el uso estructural de la madera.

**Palabras Clave:** módulo de elasticidad, calidad resistente, índice de densidad

### Introducción

Las propiedades físico-mecánicas de la madera dentro de una misma especie presentan variaciones en función de la zona de procedencia, de la base genética de la masa, de la calidad del sitio e inclusive debido al manejo silvícola aplicado (Diez & Fernández-Golfín 1998). La clasificación resistente de la madera en diferentes calidades, surge por la necesidad de homogeneizar estos factores de variabilidad y en consecuencia, asignar una resistencia con un nivel de seguridad aceptable para usos en la construcción, sobre la base de un método confiable.

El módulo de rotura (MOR), el módulo de elasticidad longitudinal en flexión (MOE) y la densidad son las propiedades indicadoras del comportamiento estructural de la madera y necesarias para la asignación de las clases de resistencia (Hermoso Prieto 2001). Los valores de MOR y MOE se obtienen en laboratorio mediante ensayos destructivos o se pueden predecir empleando métodos no destructivos. Entre estos últimos, los métodos sónicos o ultrasónicos han tenido amplia difusión. La aplicabilidad del método reside en la relación existente entre las propiedades físico-mecánicas de la madera, en particular el MOE, y la velocidad de propagación de las ondas sónicas o ultrasónicas a través de la madera (Bucur 1985). La velocidad será mayor cuanto menor sea la presencia de defectos generales (fendas, rajaduras o desviaciones de fibras) o puntuales (nudos o grupos de

nudos) en la madera, provocando la interrupción de la continuidad de transmisión de la onda, y por lo tanto, retardando su llegada al receptor (Bucur & Archer 1984).

La posibilidad de emplear los métodos no destructivos en árboles en pie, trozas o tablas, sin afectar el estado de los árboles o las piezas de madera, permite realizar una evaluación temprana de la calidad de la madera y definir, por ejemplo, el momento de efectuar los raleos o el turno de cosecha o como en el caso del presente trabajo, evaluar el efecto de distintas densidades de manejo sobre la calidad de madera del pino ponderosa. Se pretende establecer si existen diferencias en las propiedades resistentes que definen su aptitud para uso como madera estructural bajo diferentes esquemas de manejo forestal que van desde el máximo índice de densidad de Reineke hasta esquemas de manejo de sistemas silvopastoriles.

### Materiales y Métodos

En la Ea. Santa Lucía, Valle Meliquina, Provincia de Neuquén, el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andinopatagónico (CIEFAP) ha instalado en 1999 un ensayo de raleo en un rodal mixto de 20 años de edad de pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws.) y pino jeffrey (*Pinus jeffreyi* Grev. & Balf.) en un sitio de calidad media ( $IS_{20}:16$ ). El ensayo incluye dos repeticiones (parcelas de 2500 m<sup>2</sup>) de cuatro rangos de densidad definidos en términos del índice de densidad de Reineke (IDR) que se han mantenido hasta la actualidad:

1. Testigo. Densidad máxima del pino ponderosa en la región, se observa mortandad de individuos por competencia. IDR = 2300.
2. Densidad alta: IDR = 900 – 1100. A partir de un 35% del IDR máximo, el sitio comienza a estar completamente poblado, en este caso IDR = 900.
3. Densidad media: IDR = 600 – 800. El sitio no está completamente poblado, pero los árboles no crecen en forma libre debido a que existe competencia.
4. Densidad baja: IDR = 300 – 500. Los árboles crecen prácticamente como árboles aislados, ya que la competencia comenzaría a producirse a partir de un 25% del IDR máximo (Long 1985).

Para la evaluación de calidad de madera, en el año 2015, se seleccionó una parcela de cada tratamiento de densidad y dentro de la misma, en un área circular de superficie variable con la condición de que entrasen por lo menos 20 árboles de pino ponderosa. En todos los árboles de cada parcela se midió la velocidad acústica y las variables dendrométricas: diámetro (DAP, 1,3 m) con forcípula, altura total (h) y altura de inicio de copa (hc) con Vertex. A partir de estos datos se calculó la esbeltez como la relación entre el diámetro y la altura. La velocidad de transmisión de onda acústica longitudinal sobre árbol en pie se midió utilizando el equipo ST300 (Fibre-Gen, Nueva Zelanda). La medición se realizó en sentido perpendicular a la pendiente de la parcela, efectuando tres mediciones en cada árbol que luego se promediaron. En total se midieron 83 árboles.

Finalizada la medición de los árboles, se seleccionaron 6 por parcela para la caracterización acústica de trozas y tablas. En la selección se abarcó toda la variabilidad de velocidad acústica de cada parcela, 2 árboles de velocidad alta, 2 de velocidad intermedia y 2 de velocidad baja.

Los 24 árboles seleccionados fueron apeados y tronizados de la siguiente forma: una primera troza de 3,15 o 2,65 m, dependiendo del diámetro del árbol para que la punta fina sea superior a 25 cm, una segunda troza de 3,15 m, y el resto del tronco en trozas de 3,15 o 2,65 hasta un diámetro en punta fina de 15 cm. En todas las trozas obtenidas de cada árbol se midieron los diámetros de las caras y la longitud con cinta métrica y la velocidad acústica con el equipo Hitman HM200 (Fibre-Gen, Nueva Zelanda) basado en el método de resonancia. Se efectuaron tres mediciones sobre la cara de mayor diámetro de cada troza. Por ser un método de medición distinto al utilizado en los árboles en pie, los valores hallados son en general más bajos y no es posible compararlos. En total se midieron 104 trozas, repartidas por tratamiento y posición en altura del tronco.

Las segundas trozas de todos los árboles apeados fueron aserradas para obtener tablas. El aserrado se hizo con un esquema de corte paralelo para obtener piezas de 2" (5 cm) de espesor por el ancho de la troza. Se seleccionaron dos piezas, una interior cercana a la médula y otra de la parte externa, que se escuadraron en tablas de 2x5" (13,5 x 5 cm) para la posterior realización de ensayos mecánicos destructivos en laboratorio. El servicio de aserrado lo realizó la empresa Lof Mapuche Vera que acercó un aserradero portátil Wood Mizer LT 40. Se midió la velocidad acústica en todas las tablas con el equipo Hitman HM200 (Fibre-Gen, Nueva Zelanda).

Diferencias significativas para las variables dendrométricas y la velocidad acústica entre tratamientos fueron establecidas mediante el test de comparación de medias de Students. Regresiones lineales simples fueron estimadas entre las variables dendrométricas y los valores de velocidad acústica con el objetivo de establecer relaciones de predicción.

## Resultados

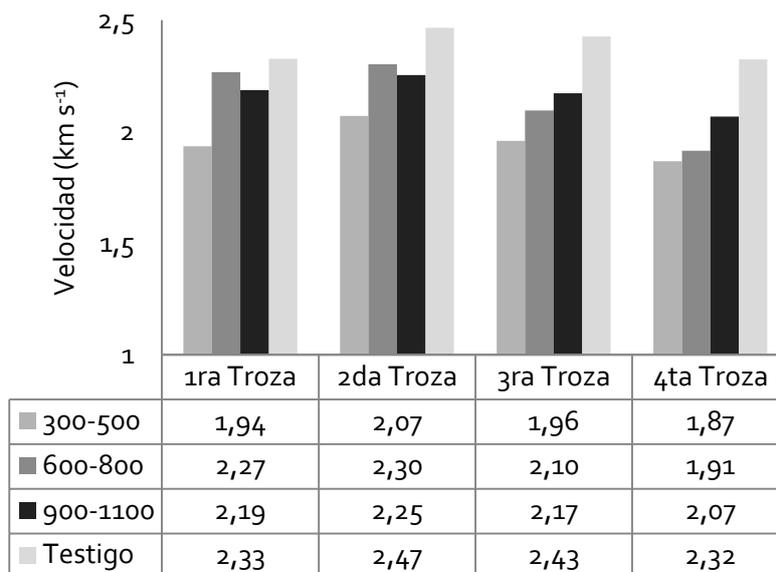
La velocidad de propagación de la onda acústica en los árboles en pie mostró diferencias ( $p < 0,05$ ) entre el testigo (IDR 2300) y el resto de los tratamientos. Los tratamientos intermedios no mostraron diferencias entre sí. En general y dentro de cada tratamiento, el diámetro y la altura de los árboles no presentaron una relación clara ( $r^2 < 0,15$ ) con la velocidad de propagación de la onda acústica. Por el contrario, la esbeltez, que relaciona diámetro y altura, mostró un mejor ajuste con la velocidad de propagación ( $r^2 = 0,25$ ). Los árboles de mayor velocidad y por ende, mayor calidad resistente, fueron los más esbeltos.

La velocidad de propagación de la onda acústica en las trozas marcó más la diferencia entre los tratamientos. La velocidad en las trozas del testigo fue superior ( $p < 0,001$ ) al resto de los tratamientos y la velocidad de ambos tratamientos intermedios fue mayor que en el tratamiento más ralo ( $p < 0,01$ ; Fig. 1). En todos los tratamientos, la segunda troza presentó velocidades superiores al resto de las trozas pero estas diferencias tienen significancia estadística solo con la cuarta troza, la cual en general, estaba incluida en la copa de los árboles.

La velocidad de propagación de onda en las tablas obtenidas de la segunda troza de los árboles de cada tratamiento, mantuvieron el mismo patrón encontrado en las trozas. El valor promedio de velocidad de las tablas del tratamiento más ralo fue inferior al resto de los tratamientos y las tablas obtenidas del tratamiento testigo mostraron mayor velocidad que los tratamientos intermedios. Partiendo el rango total de velocidades encontrado en la medición sobre las tablas, en tres clases de igual amplitud; velocidad alta (2,26 a 2,68  $\text{kms}^{-1}$ ), media (1,84 a 2,26  $\text{kms}^{-1}$ ) y baja (1,41 a 1,84  $\text{kms}^{-1}$ ) se puede observar que el total de tablas obtenidas en el testigo (IDR 2300) pertenecen a la clase media y alta. Por el contrario, el 97% las tablas obtenidas en el tratamiento más ralo (IDR 300-500) pertenecen mayoritariamente a la clase media y baja. Estas diferencias en la proporción de tablas por clase acrecienta el efecto de la densidad de manejo sobre la calidad de madera.

**Tabla 1.** Variables dendrométricas promedio (error estándar) y velocidad de propagación de onda acústica en árboles en pie de pino ponderosa de 35 años de edad. Ea. Santa Lucía, Meliquina, Neuquén. IDR: Índice de densidad de rodal

IDR	DAP (cm)	H total (m)	Esbeltez ( $\text{cm m}^{-1}$ )	Velocidad de onda ( $\text{km s}^{-1}$ )
300-500	52,7 (0,9) d	20,4 (0,4) a	0,4 (0,01) a	3,12 (0,1) a
600-800	41,1 (1,2) c	19,5 (0,4) a	0,47 (0,01) b	3,36 (0,1) a
900-1100	37,3 (1,1) b	20,1 (0,4) a	0,56 (0,02) c	3,37 (0,1) a
Testigo	30,6 (1,3) a	19,9 (0,4) a	0,67 (0,02) d	3,79 (0,1) b



**Figura 1.** Velocidad de propagación de onda acústica ( $\text{km s}^{-1}$ ) en trozas de pino ponderosa según el tratamiento de densidad. La primera troza corresponde a la base del árbol. IDR: 300-500; 600-800; 900-1100 y 2300 (Testigo). Ea. Sta. Lucía, Meliquina, Neuquén.

## Discusión

En base a mediciones acústicas sobre árboles en pie, las mejoras en la calidad resistente de la madera del pino ponderosa se darían a niveles de competencia extremos (IDR 2300 máximo para la especie, Gonda 1998), incompatibles con un correcto manejo forestal. No obstante, la medición por el método de resonancia, utilizado en las trozas y las tablas, parece ser más preciso en detectar diferencias por efecto de competencia e indicaría que manejos orientados a la producción de biomasa (IDR 900-1100) o para la producción de madera de calidad (IDR 600-800) producirían cambios positivos en las características resistentes de la madera del pino ponderosa respecto a situaciones de manejo más abiertas, tal el caso de los sistemas silvopastoriles (IDR 300-500). Estos resultados van en sentido opuesto a los hallados por Soto et al. (2012) en *Pinus radiata* donde la disminución de la densidad inicial de plantación produjo madera más resistente a una edad similar (28 años).

Los valores de velocidad de propagación de onda acústica, en general, fueron bajos respecto a otras coníferas. El pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), otra de las especies forestales de la región, presenta valores en árbol en pie entre 2,5 y 5,5  $\text{km s}^{-1}$  (valores propios inéditos), el pino radiata en Chile entre 3,6 y 4,4  $\text{km s}^{-1}$  (Soto et al. 2012) y el *Pinus sylvestris* en Europa entre 4 y 5,5  $\text{km s}^{-1}$  (Montero García Andrade 2013). La baja velocidad, puede ser propia de la especie, pero en este caso, seguramente tenga importancia la edad (35 años) de la plantación y la proporción de madera juvenil presente en el fuste con características tecnológicas inferiores al leño maduro. Los escasos antecedentes generados para el pino ponderosa creciendo en el NW de Patagonia, indican que la transición entre madera juvenil y madura se produciría a los 20 años de edad (Letourneau et al. 2013).

El rendimiento en aserrado, en general, se ve influenciado por el diámetro de los rollizos y por su conicidad. Posiblemente, en términos productivos, la ganancia en calidad de madera lograda por un aumento en la densidad de manejo se vea diluida por la pérdida de rendimiento al momento del aserrado.

## Conclusiones

El aumento del nivel de competencia intraespecífica, aumenta la calidad resistente de la madera del pino ponderosa. El empleo de métodos no destructivos demostró ser efectivo en la identificación de

cambios en la calidad de madera del pino ponderosa producto del efecto de la densidad de manejo forestal.

### Agradecimientos

Especial agradecimiento al encargado de la Ea. Santa Lucía, Thomas Retschizegger, a su personal y sus propietarios.

### Bibliografía Citada

Bucur V. 1985. Acoustics of Wood. CRC Press. New York. U.S.A. 284 p.

Diez & Fernández-Golfín 1998. Influencia de diversos factores en la calidad de la madera de uso estructural de *P. sylvestris*. Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales, Vol. 7 (1 y 2), 41-52.

Gonda HE. 1998. Height-Diameter and Volume Equations, Growth Intercept and Needle Length Site Quality Indicators, and Yield Equations for Young Ponderosa Pine Plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. Tesis de grado PhD. Oregon State University. 198 p.

Hermoso Prieto E. 2001. Caracterización mecánica de la madera estructural de *Pinus sylvestris* L. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 277 pp.

Montero García Andrade MJ. 2013. Clasificación de madera estructural de gran escuadría de *Pinus sylvestris* por métodos no destructivos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 377 pp.

Soto L, Valenzuela L, Lasserre JP. 2012. Efecto de la densidad de plantación inicial en el módulo de elasticidad dinámico de árboles en pie y trozas de una plantación de pino radiata de 28 años, en la zona de arenales, Chile. Maderas. Ciencia y tecnología 2012; 14 (2):209-224.

Letourneau FJ, Medina AA, Andía IR, Andenmatten E, de Agostini N, Mantilaro N. 2014. Caracterización xilo-tecnológica de la madera de una plantación adulta de *Pinus ponderosa* de la Patagonia Argentina. RIA, Vol. 40 n2.

## Influencia de los daños por guanaco y abióticos sobre el crecimiento de la regeneración en bosques cosechados de lenga en Tierra del Fuego

Juan Manuel Cellini<sup>1\*</sup>, Marcelo D. Barrera<sup>1</sup>, María Vanessa Lencinas<sup>2</sup>, Rosina Soler<sup>2</sup>, Pablo L. Peri<sup>3</sup>, Guillermo Martínez Pastur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LISEA, Fac. Cs. Agrs. y Ftiles, UNLP; <sup>2</sup>CADIC, CONICET; <sup>3</sup>Universidad Nacional Patagonia Austral (UNPA) – INTA - CONICET

\*Autor de correspondencia: [cellini@gmail.com](mailto:cellini@gmail.com)

### Resumen

Los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) son cosechados mediante diferentes propuestas que abren el dosel permitiendo la instalación y el rápido desarrollo de la regeneración natural. En los primeros años pueden ser afectados por diferentes factores bióticos y abióticos influyendo en su crecimiento y supervivencia. Como factores bióticos se destaca el ramoneo del guanaco (*Lama guanicoe*), y como abióticos heladas o desecamientos que generan la muerte de los brotes, daños éstos que pueden confundirse con el tiempo. El objetivo fue determinar la influencia de los daños bióticos y abióticos en el crecimiento de la regeneración pre y post-cosecha en un rodal de lenga manejado por cortas de protección a lo largo de 18 años. Se establecieron diez parcelas permanentes en un rodal de 2 ha en la Ea. San Justo, cuyas mediciones se realizaron desde antes de la corta. Las plantas individualizadas se monitorearon anualmente, midiendo crecimientos y daños. Las plántulas pre-instaladas representan el 40% de la regeneración, siendo los individuos significativamente más altos. También se observa que la supervivencia es más afectada significativamente durante los primeros tres años. ANOVAs muestran que plantas que fueron ramoneadas 0-1-2 veces no presentan diferencias en altura, siguiendo un patrón de crecimiento similar tras una rápida recuperación. Asimismo, plantas con 0-1-2-3 daños abióticos interanuales presentan disminuciones en su crecimiento, siendo los individuos significativamente más pequeños a medida que sufren más frecuencia de daños. Este estudio incluyó el seguimiento de 530 plántulas individuales, que al cabo de 18 años de monitoreo permiten afirmar que ambos daños pueden ser confundidos con el tiempo (deformaciones en la base, engrosamientos o bifurcaciones). Asimismo, las plantas ramoneadas recuperan más rápidamente su calidad forestal en altas densidades de regeneración que las plantas afectadas por daños abióticos, ya que probablemente influyen otros parámetros (e.g. sistema radicular) más que el daño en sí mismo.

**Palabras clave:** ramoneo, supervivencia, calidad de plantas.

### Introducción

Los bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (lenga) en Tierra del Fuego presentan propuestas silvícolas muy variadas, donde los métodos se basan en un equilibrio entre: (i) apertura del dosel para favorecer el ingreso de luz y llegada de precipitación al suelo del bosque, y (ii) retención de árboles para protección y generación de semillas. La instalación y crecimiento de la regeneración natural está influenciada por factores bióticos y abióticos. Los factores más importantes son el ramoneo de las plántulas instaladas por parte de *Lama guanicoe*, Müller, guanaco (Martínez Pastur *et al.* 2016) y la exposición de las plántulas a temperaturas extremas (bajas o altas) que pueden afectar su supervivencia (daños por heladas o desecamiento, DHD) (Bannister 2006). Estos daños modifican la arquitectura de la planta y alteran la calidad futura de las mismas (Martínez Pastur *et al.* 2016). El éxito de la implementación de prácticas silvícolas implica el conocimiento estos procesos ecosistémicos, y es necesario resolver interrogantes como el rol del banco de plántulas pre-cosecha para poder regenerar correctamente los rodales, y el impacto de los factores bióticos y abióticos en la regeneración instalada. Estos interrogantes solo pueden responderse a

partir de monitoreos de largo plazo, para evitar caer en falsas interpretaciones. El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de los daños bióticos y abióticos en el crecimiento de la regeneración pre y post-cosecha en un rodal de lenga manejado por cortas de protección a lo largo de 18 años.

### Materiales y Métodos

Se trabajó en un bosque de *N. pumilio* en la Ea. San Justo - Tierra del Fuego (54° 06' S, 68° 37' O) de clase de sitio II-III (Martínez Pastur et al. 1997) intervenido en 1997 mediante cortas de protección, dejando 24,4 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal (AB). La regeneración se evaluó instalando 10 parcelas permanentes de monitoreo de 1 m<sup>2</sup>, cuatro años después de la corta. En estas parcelas se individualizaron las plántulas, y se llevaron a cabo mediciones anuales de la regeneración (pre- y post- cosecha) para determinar el establecimiento, supervivencia y crecimiento en altura (correspondiente a la longitud entre la base y el brote apical dominante vivo extendiendo la planta). En cada parcela de regeneración y para cada plántula se determinaron visualmente los daños por ramoneo (RAM) y por DHD (Martínez Pastur et al. 2016).

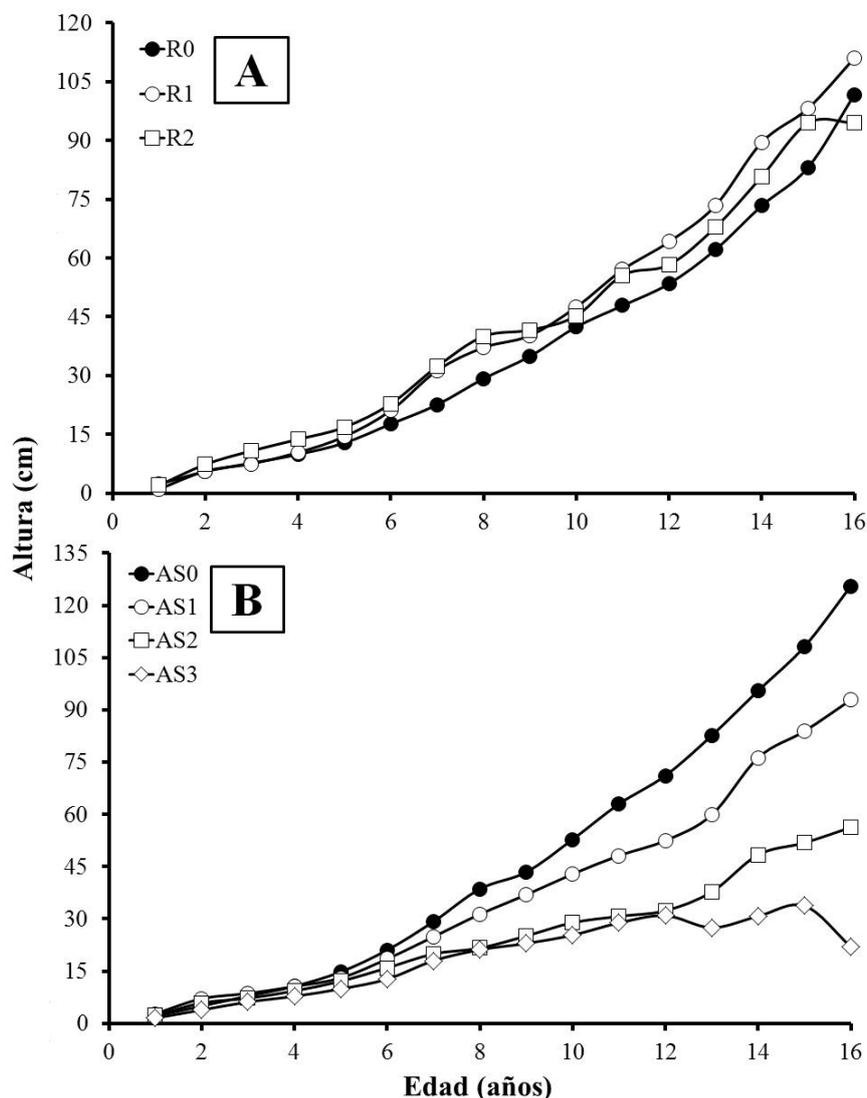
*Análisis de los datos.* Se realizaron los siguientes análisis: (i) análisis de frecuencias de evolución de la altura media de las plántulas y densidad por clases de edad, a los fines de determinar el crecimiento y los pulsos de incorporación de regeneración post-cosecha; (ii) análisis de la tasa de supervivencia de las plántulas por clases de edad para el período muestreado (1 a 18 años después de la corta); (iii) ANDEVAs dobles analizando la altura de las plantas (A) y la frecuencia de la ocurrencia de daños en brotes (RAM y DHD) en función de la edad de las plántulas; (iv) análisis de frecuencias de evolución de la altura media de plantas dominantes pre- y post-cosecha, y relación porcentual entre las mismas a lo largo de los años después de la corta; y (v) análisis de la evolución del crecimiento en altura de plántulas instaladas post-cosecha en respuesta al número de daños anuales por ramoneo a lo largo de la vida de la planta (0, 1, ≥ 2 eventos anuales) y DHD (0, 1, 2, ≥ 3 eventos anuales).

### Resultados y Discusión

Del total de la regeneración instalada al año 18 después de la corta (156 miles.ha<sup>-1</sup>), las plantas pre-instaladas fueron 15 miles.ha<sup>-1</sup> mientras que el resto se establecieron en sucesivos pulsos de regeneración: a los años 3, 6 y 11 después de la corta. La altura promedio de las plantas se incrementó con la edad en forma exponencial, alcanzando un promedio de 1,3 m a los 18 años. La competencia y mortalidad disminuyeron el número de plantas a lo largo de los años, en donde las plántulas fueron más vulnerables durante los primeros años del establecimiento, alcanzando la mínima tasa de supervivencia en el cambio de frecuencia de los 3 a los 4 años de edad. A partir de este mínimo, la probabilidad de supervivencia aumenta hasta los 10 años de edad donde supera el 95%, y se mantiene en valores altos en edades superiores. Al analizar la dominancia de las plántulas de acuerdo a su origen pre- o post- cosecha, se puede observar que las pre-cosecha son dominantes en el 40-50% de las parcelas durante los primeros 8 años, y posteriormente en el 30% de las parcelas con alturas mayores que las plantas post-cosecha.

No se encontraron diferencias significativas en la altura de las plántulas con diferente número de eventos de ramoneo ( $F(p) = 2,97 (0,051)$ ), observándose un significativo crecimiento de la altura con la edad ( $F(p) = 78,21 (<0,001)$ ). En el caso de DHD se observaron diferencias significativas ( $F(p) = 75,98 (<0,001)$ ) en la altura promedio de acuerdo al número de eventos sufridos (48 cm en plantas sin daños que disminuye hasta 19 cm en plántulas que sufrieron 3 eventos con daños). Se observa un significativo crecimiento de la altura de las plántulas con la edad ( $F(p) = 48,87 (<0,001)$ ). En la figura 1 se puede observar que los diferentes tratamientos de ramoneo siguen patrones de crecimiento similar. Sin embargo, en DHD el patrón de crecimiento de las plantas sin daño siguió el patrón

exponencial esperado, pero que dicho patrón va disminuyendo en magnitud a medida que aumentan el número de eventos de daño, llegando a observarse un estancamiento en la altura para las plantas con mayor daño recibido.



**Figura 1.** Evolución de la altura de plantas instaladas después de la cosecha considerando el número de veces que la planta fue ramoneada (A) (R0 = ninguna vez, R1 = una vez, R2 = 2 a 4 veces) y el número de veces que presentó daños abióticos (AS0 = ninguna vez, AS1 = una vez, AS2 = dos veces, AS3 = 3 a 6 veces).

*Dinámica de la regeneración.* Los estudios de largo plazo con el seguimiento individual de las plántulas realizados indicaron que la regeneración instalada cubrió gran parte de la superficie del rodal intervenido en 18 años, superando en el 60% de las parcelas el 1,3 m de altura. La regeneración pre-instalada es la primera en reaccionar a las intervenciones forestales, completándose posteriormente con el aporte de semillas (Rosenfeld *et al.* 2006). Las plantas pre-instaladas son las dominantes dentro del 30-40% de la superficie del rodal, pero representan menos del 10% de las plantas totales a los 18 años posteriores a la corta. Plántulas pre- y post-cosecha son importantes para la regeneración, con períodos de establecimiento de nuevas plántulas de muchos años con posterioridad al aprovechamiento (Martínez Pastur *et al.* 2002; Lencinas *et al.* 2011; Gallo *et al.* 2013; Quinteros *et al.* 2016).

*Influencia de los daños bióticos y abióticos en el desarrollo posterior de las plántulas.* En Tierra del Fuego, el ganado doméstico y las poblaciones de *L. guanicoe* (Guanaco) son los principales responsables del ramoneo de bosques de producción de *N. pumilio*. Por otra parte, la regeneración instalada también es vulnerable a daños abióticos debidos a DHD durante la temporada de crecimiento (Bannister 2006; Martínez Pastur *et al.* 2011a; 2011b), cuyos efectos (ramoneo y daños por heladas/desecamientos) suelen confundirse en el tiempo (Martínez Pastur *et al.* 2016). Algunos autores sugieren que el ramoneo genera una detención del crecimiento en altura, sin embargo, este efecto podría deberse a una combinación de daños por ramoneo y DHD, ya que no fueron discriminados al realizar dicha investigación. Asimismo, otros autores que han realizado estudios a escala de paisaje sugieren que los efectos del ramoneo pueden impedir la correcta regeneración de los rodales en casos muy puntuales (Gea *et al.* 2004). Los resultados de este trabajo sugieren que el ramoneo no limita el desarrollo de la regeneración, pero en cambio sí se vería afectada la regeneración por el ramoneo en conjunto con DHD recurrentes. Es por ello que se debe ser cauteloso a la hora de sugerir acciones de control sobre las poblaciones de *L. guanicoe* (Martínez Pastur *et al.* 2016), ya que si bien estas acciones pueden tener efectos benéficos en el corto plazo, los incrementos en los costos silvícolas pueden hacer inviable el manejo forestal de estos bosques.

### Conclusiones

Gracias al uso de parcelas permanentes de monitoreo a largo plazo, en este trabajo se han podido brindar evidencias para intentar responder preguntas dentro del manejo forestal de *N. pumilio*. Se demostró que el establecimiento, supervivencia y crecimiento de la regeneración es el resultado de la interacción de varios factores, incluyendo al banco de plántulas pre-existentes, las producciones de semillas post-cosecha, y los daños bióticos y abióticos que reciben a lo largo de los años del establecimiento.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a José Villarroel (Ea. San Justo) y al Aserradero Los Castores que funcionó en dicho establecimiento cuando se instalaron los ensayos, y muy especialmente al Ing. Ricardo Vukasovic y a los muchos estudiantes que ayudaron con los monitoreos durante estos 18 años.

### Bibliografía Citada

Bannister P. 2006. Godley review: A touch of frost? Cold-hardiness of plants in the southern hemisphere. *NZ J. Bot.* 45: 1-33.

Gallo E, Lencinas MV, Martínez Pastur G. 2013. Site quality influence over understory plant diversity in old-growth and harvested stands of *Nothofagus pumilio* forest. *For. Syst.* 22: 25-38.

Gea G, Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV. 2004. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser primary forests. *For. Ecol. Manage.* 201(2-3): 335-347.

Lencinas MV, Martínez Pastur G, Gallo E, Cellini JM. 2011. Alternative silvicultural practices with variable retention to improve understory plant diversity conservation in southern Patagonian forests. *For. Ecol. Manage.* 262: 1236-1250.

Martínez Pastur G, Peri PL, Vukasovic R, Vaccaro S, Piriz Carrillo V. 1997 Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. *Phyton* 6 (1/2): 55-60.

Martínez Pastur G, Peri PL, Fernández MC, Staffieri G, Lencinas MV. 2002. Changes in understory species diversity during the *Nothofagus pumilio* forest management cycle. *For. Res.* 7(3): 165-174.

Martínez Pastur G, Lencinas MV, Soler R, Ivancich H, Peri PL, Moretto A, Hernández L, Lindstrom I. 2011a. Plasticidad ecofisiológica de plántulas de *Nothofagus pumilio* frente a combinaciones de niveles de luz y humedad en el suelo. *Ecol.Aust.* 21: 301-315.

Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV, Barrera MD, Peri PL. 2011b. Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. *For. Ecol. Manage.* 261: 178-186.

Martínez Pastur G, Soler R, Ivancich H, Lencinas MV, Bahamonde H, Peri PL. 2016a. Effectiveness of fencing and hunting to control *Lama guanicoe* browsing damage: Implications for *Nothofagus pumilio* regeneration in harvested forests. *Environ. Manage.* 168: 165-174

Quinteros CP, Bava JO, López Bernal PM, Gobbi ME, Defossé G. 2016. Competition effects of grazing-modified herbaceous vegetation on growth, survival and water relations of lenga (*Nothofagus pumilio*) seedlings in a temperate forest of Patagonia, Argentina. *Agrofor. Syst.* doi: 10.1007/s10457-016-9983-2.

Rosenfeld JM, Navarro Cerrillo RM, Guzmán Álvarez JR. 2006. Regeneration of *Nothofagus pumilio* (Poepp. etEndl.) Krasser forests after five years of seed tree cutting. *J. Environ. Manage.* 78(1): 44-51.

## Efecto de un raleo selectivo y un raleo por lo bajo sobre el crecimiento de un bosque secundario de lenga en Tierra del Fuego, Chile

Gustavo E. Cruz Madariaga<sup>1\*</sup>, Fernando Rodríguez C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

\*Autor de correspondencia: [gacruz@gmail.com](mailto:gacruz@gmail.com)

### Resumen

Se evalúa después de 19 años el efecto de la aplicación de un raleo selectivo y por lo bajo sobre el crecimiento en diámetro y volumen en un bosque secundario de *Nothofagus pumilio* (lenga) en Tierra del Fuego, Chile. El crecimiento en diámetro se cuantificó mediante la medición de los anillos de crecimiento 19 años antes y después de la intervención, en tarugos de incremento (raleo selectivo n= 70; raleo por lo bajo n= 60; testigo sin intervenir n= 60). Para cuantificar mortalidad, crecimiento en área basal y volumen a nivel de rodal para cada tipo de raleo, se realizaron parcelas de 500 m<sup>2</sup> en los rodales raleados (n= 4 para raleo selectivo y n=5 para raleo por lo bajo) y sin intervenir (n= 4) y se compararon las distribuciones diamétricas, área basal y existencias entre el año 1995 y 2014. A nivel de individuo existen diferencias significativas (p<0,05) en el crecimiento anual medio en diámetro después del raleo de 1995. El crecimiento anual medio disminuye en un 30% y 25% para el rodal testigo y con raleo por lo bajo, respectivamente. En contraste, los árboles selectos del raleo selectivo incrementan levemente (7 %) el crecimiento anual medio en diámetro (de 2,7 a 2,9 mm/año). A nivel de rodal, la mortalidad alcanza un 17 %, 35 % y 27 %, para el testigo, raleo por lo bajo y raleo selectivo, respectivamente. En este último raleo ésta no afecta a los árboles selectos. El volumen bruto del rodal se incrementa en 14 %, 23 % y 27 %, para el testigo, raleo por lo bajo y selectivo, respectivamente. Esto origina crecimientos medios anuales en volumen bruto de 4,0; 5,9 y 5,0 m<sup>3</sup>/ha/año para el testigo, raleo por lo bajo y raleo selectivo, respectivamente. Este crecimiento en el raleo selectivo se concentra en los árboles selectos con alto potencial para producir madera de calidad. El escaso crecimiento diamétrico de los individuos se deberían a la excesiva competencia en el periodo estudiado, lo que indica que, para aprovechar la capacidad productiva del sitio y aumentar el crecimiento de los árboles, se deberían haber realizados sucesivos raleos al rodal en los últimos 19 años.

**Palabras clave:** silvicultura, *Nothofagus pumilio*, bosques patagónicos.

### Introducción

El tipo forestal lenga es uno de los más importante en Chile, posee una superficie de 3.581.635 ha (CONAF, 2011), concentrándose en las regiones de Aysén y Magallanes. Los esquemas de raleo estudiados en la actualidad para este tipo forestal, en la región de Magallanes, consideran favorecer un elevado número de individuos, resultando en un alto costo de intervención, bajo crecimiento y calidad maderera futura de los árboles raleados.

En este estudio se compararon los efectos de dos tipos de raleos: el raleo por lo bajo, cuyo objetivo es la eliminación del estrato suprimido y se caracteriza por intervenir de manera conservadora, manteniendo masas densas, con un dosel muy cerrado y con una amplia distribución diamétrica (González, 2005); y el raleo selectivo con marcación de árboles futuro, cuyo objetivo es seleccionar y marcar permanentemente individuos, que cumplen con ciertos criterios como son la vitalidad (tamaño de la copa, la dominancia del árbol), calidad del fuste (forma del fuste, grado de ramificación y presencia de daños), distribución espacial regular de los árboles futuros o selectos (establecimiento de una distancia mínima entre los árboles) (Pretzsch, 2010), los individuos se eligen en la etapa juvenil y a partir de esta etapa se mantienen y promueven sistemáticamente hasta que alcanzan un diámetro deseado.

El objetivo general de este estudio es evaluar y comparar el efecto de la aplicación de un raleo selectivo y un raleo por lo bajo sobre el crecimiento en diámetro y volumen de un bosque secundario de lenga, en Tierra del Fuego, Chile.

### Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un bosque secundario de lenga, en estado juvenil, de aproximadamente 100 años que abarca 5,2 ha, ubicado en la Comuna de Timaukel, Provincia de Tierra del Fuego, en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena ( $53^{\circ}45'S$  y  $69^{\circ}11'O$  a 160 m snm).

En el año 1995 se instaló un ensayo con tratamientos de raleo selectivo y con raleo por bajo, el primero de 1,2 ha, donde se seleccionaron 138 árboles a los que se les extrajeron árboles competidores (Contreras, 2004), correspondiente al 14,1% del área basal. El segundo abarca una superficie de 2,4 ha con una extracción del 20% de árboles juveniles por hectárea (Chávez, 2002). A manera de comparación se evaluó un sector no intervenido (tratamiento testigo) de 1,6 ha, cercano a los otros ensayos de raleo mencionados.

En el año 2014 se realizaron cuatro parcelas para los tratamientos testigo y con raleo selectivo; y cinco parcelas para el tratamiento con raleo por lo bajo. Las parcelas fueron de forma rectangular y abarcaron 500 m<sup>2</sup> (25x20 m), distribuyéndose de forma aleatoria, se evaluó el diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm) y altura (m) a cada individuo. Para el tratamiento con raleo selectivo se definieron tres colectivos de árboles: colectivo de árboles selectos son aquellos que fueron directamente favorecidos por el raleo; colectivo de árboles influenciados son aquellos que sin ser liberados directamente, fueron favorecidos por el raleo y por último un colectivo de árboles no influenciados, corresponde a aquellos que no fueron favorecidos por el raleo.

Para el tratamiento con raleo selectivo se obtuvieron tarugos de una muestra de árboles que abarcaran los distintos colectivos (n=70), mientras los tratamientos testigo y con raleo por lo bajo se obtuvo tarugos de una muestra representativa de árboles de cada clase diamétrica presente (n=60).

El incremento anual medio en diámetro (mm/año) y volumen (m<sup>3</sup>/año) se estimó a partir del DAP y los tarugos, registrando 19 años antes y después de la intervención del año 1995. Para estimar el volumen de los árboles se utilizaron funciones de volumen locales (Chávez, 2002) utilizando el DAP como variable predictora. Para comparar el efecto de los distintos tipos de tratamientos sobre el crecimiento de los individuos se efectuó una prueba t-student para observaciones pareadas.

Para comparar el efecto de los distintos tipos de tratamientos sobre la mortalidad y los crecimientos en área basal y volumen del ensayo, se efectuó un análisis de varianza. Las existencias para el año 1995 y 2014 se calcularon a partir de las tablas de rodal correspondientes a cada año. Los crecimientos respectivos se estimaron comparando las áreas basales y volúmenes entre 1995 y 2014.

### Resultados

A nivel de individuo el crecimiento anual medio en diámetro disminuye de 2,57 a 1,80 mm/año (disminución de 30 %) y de 2,4 a 1,8 mm/año (disminución de 25%), para el tratamiento testigo y con raleo por lo bajo, respectivamente. En contraste, el tratamiento con raleo selectivo aumenta levemente en un 4% pasando de 2,50 a 2,60 mm/año, en donde el colectivo de árboles selectos aumenta de 2,7 a 2,9 mm/año (aumento de 7%). Es importante destacar, que solo para el colectivo de árboles selectos se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las medias anuales de crecimiento diametral.

El crecimiento anual medio en volumen a nivel de individuo disminuye de  $2,4 \times 10^{-3}$  a  $1,2 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/año (disminución del 50%) y de  $1,9 \times 10^{-3}$  a  $1,1 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/año (disminución del 42%) para los tratamientos testigo y con raleo por lo bajo, respectivamente. Mientras que para el tratamiento con raleo selectivo existe un leve aumento que va de  $2,1 \times 10^{-3}$  a  $2,5 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/año (aumento 19%). Sin embargo, solo en los árboles selectos presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los crecimientos medios anuales en volumen después de aplicado el raleo selectivo, pasando de  $2,5 \times 10^{-3}$

<sup>3</sup> a  $3,2 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/año (aumento de 28%). El promedio de volumen por árbol para el colectivo de árboles selectos incrementó su crecimiento de 0,34 m<sup>3</sup>/árb a 0,54 m<sup>3</sup>/árb posterior al raleo (aumento del 59%).

El cuadro 1 presenta las existencias totales en número de árboles, área basal y volumen por cada tratamiento para los años 1995 y 2014 para los raleos realizados.

**Cuadro 1:** Existencias en número de árboles, área basal y volumen para los años 1995 (posterior a los raleos) y 2014, según tipo de raleo realizado.

TRATAMIENTOS DE RALEO	Año 1995			Año 2014		
	Nº árboles/ha	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	Nº árboles/ha	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
TESTIGO	1.379	65,5	562,1	1.140	74,0	638,9
RALEO POR LO BAJO	1.652	45,8	493,0	1.080	70,1	605,1
RALEO SELECTIVO	1.550	46,6	358,0	1.130	54,8	453,4
ARB.SELECTOS	138	5,7	44,6	138	13,6	120,0
ARB.INFLUENCIADOS + NO INFLUENCIADOS	1.412	40,9	314,0	992	41,2	333,6

Del cuadro 1 se puede derivar lo siguiente:

- **Mortalidad:** Entre el año 1995 y 2014 se observa en todos los tratamientos pérdida de individuos por mortalidad, alcanzando un 17,3%, 34,6% y 27,1%, para el tratamiento testigo, raleo por lo bajo y raleo selectivo, respectivamente. Sin embargo, en este último tratamiento la mortalidad sólo afectó a los árboles complementarios (29,7%).
- **Área basal:** Entre el año 1995 y 2014 se incrementa el área basal de los tratamientos testigo, manejado con raleo por lo bajo y manejado con raleo selectivo alcanzando un 12,9%, 53,0% y 17,6% respectivamente, y cuando se analiza solo el colectivo de árboles selectos este muestra un incremento luego de 19 años de un 138,6%. A nivel de tratamiento, el raleo por lo bajo alcanza al final del periodo estudiado una mayor área basal que el raleo selectivo, pero este incremento se distribuye en todos los individuos del rodal.
- **Volumen bruto:** Entre el año 1995 y 2014 se incrementa el volumen bruto de los tratamientos testigo y manejado con raleo por lo bajo y con raleo selectivo alcanzando un 13,7%, 22,7% y 26,6% respectivamente, al igual que con el área basal al observar el colectivo de árboles selectos estos tienen un incremento fuerte de 169,0%. Esto es producto de crecimientos medios anuales en volumen bruto de 4,0, 5,9 y 5,0 m<sup>3</sup>/ha/año para el tratamiento testigo, raleo por lo bajo y raleo selectivo, respectivamente. Sin embargo, si solo se considera el colectivo de árboles selectos (con un alto potencial para la producción de madera de calidad) existe un aumento en el crecimiento medio anual en volumen que corresponde a 4,0 m<sup>3</sup>/ha/año.

### Discusión y Conclusiones

En bosques sin intervención, Bown (1992) determinó crecimientos en diámetro de 1,4 mm/año y 3,3 mm/año para un rodal en crecimiento óptimo y crecimiento óptimo con envejecimiento respectivamente. Larson (2000) determinó valores de 2,4 mm/año, similar a lo encontrado en el tratamiento testigo. Para rodales manejados con raleo por lo bajo, Borie (2000) y Chávez (2002) registraron un aumento en el crecimiento anual medio en diámetro de 18,8% y 19,0% respectivamente, resultado opuesto a lo encontrado en este estudio (disminución del 25%). Respecto del raleo selectivo, Contreras (2004) y Maulén (2014) registraron aumentos del 10% y 4,5% respectivamente, comportamiento similar al de este estudio (aumento de 4%). Sin embargo, Contreras (2004) para el colectivo de árboles selectos, en un periodo de 5 años posterior al raleo, registró un crecimiento anual medio en diámetro de 2,3 a 3,7 mm/año (aumento 60,9%), superior a lo registrado en este estudio (aumento de 7%). Esto se debería al corto periodo analizado por

Contreras (2004), a diferencia de este estudio (19 años), en el cual se presenta nuevamente la competencia entre los individuos de todos los colectivos, mermando el resultado.

En bosques no intervenidos, Bown (1992) obtuvo un incremento volumétrico de  $2,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{año}$ , mientras Larson (2000) registró valores de  $3,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{año}$ , resultados mayores a lo obtenido en este estudio ( $1,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{año}$ ). Para rodales manejados con raleo por lo bajo Chávez (2002) registró aumentos de 38,5% en el crecimiento anual medio en volumen, resultado opuesto a la disminución de 42,0% determinada en este estudio. Para rodales manejados con raleo selectivo, Contreras (2004) registró un aumento de 19% en incremento anual medio en volumen, resultado mayor a lo obtenido en este estudio (aumento de 16%).

El colectivo de árboles selectos presentó deferencias significativa entre sus medias ( $p < 0,05$ ) aumentando de  $2,5 \times 10^{-3}$  a  $3,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{año}$  (aumento de 28%), lo que reflejaría el efecto perseguido con este tipo de raleo, que es concentrar el crecimiento sólo en algunos árboles.

A nivel de rodal la mortalidad entre los años 1995 y 2014 es mayor en los tratamientos raleados, alcanzando un 17,3%, 34,6% y 27,1%, para los tratamientos testigo, con raleo por lo bajo y con raleo selectivo, respectivamente.

El incremento en área basal del tratamiento testigo es de  $0,45 \text{ m}^2/\text{ha/año}$  similar a lo registrado por Larson (2000) de  $0,43 \text{ m}^2/\text{ha/año}$  (renoval sin intervención). Para el tratamiento con raleo por lo bajo el incremento anual medio en área basal fue de  $1,28 \text{ m}^2/\text{ha/año}$ , mayor a lo registrado por Chávez (2002) de  $0,2 \text{ m}^2/\text{ha/año}$  (periodo de 5 años). El tratamiento con raleo selectivo presentó los siguientes incrementos en área basal:  $0,43$  y  $0,42 \text{ m}^2/\text{ha/año}$  para todo el tratamiento y el colectivo de árboles selectos respectivamente, siendo estos valores similares a los obtenidos por Peri *et al.* (2013) de  $0,49 \text{ m}^2/\text{ha/año}$  (periodo de 10 años) en bosque secundario de lenga (edad 34 años).

El crecimiento en volumen para el tratamiento testigo fue de  $4,04 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ , resultado mayor a lo obtenido por Larson (2000) quien registró un valor de  $3,58 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ . Para el tratamiento con raleo por lo bajo se obtuvo un incremento en volumen de  $5,90 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ , incremento mayor a lo obtenido por Borie (2000) y Chávez (2002) quienes registran valores de  $3,59$  y  $5,40 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  respectivamente. Finalmente el tratamiento con raleo selectivo tiene un incremento en volumen de  $5,02 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ . Sin embargo, para este último tratamiento el crecimiento medio anual en volumen bruto se concentra en el colectivo de árboles selectos ( $4,0 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ ), presentando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con un alto potencial para la producción de madera de calidad. Mientras que en raleo selectivos Contreras (2004) y Peri *et al.* (2013) registran valores de  $2,4 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  en un periodo de 5 años y  $4,7 \text{ m}^3/\text{ha/año}$  en un periodo de 10 años, respectivamente.

Finalmente, según los resultados obtenidos se puede inferir respecto al tratamiento con raleo selectivo que el crecimiento tanto diametral como volumétrico se concentra en los árboles selectos con alto potencial para producir madera de calidad. El escaso crecimiento diamétrico de los individuos influenciados y no influenciados se deberían a la excesiva competencia en el periodo estudiado, lo que indica que, para aprovechar la capacidad productiva del sitio y aumentar el crecimiento de los árboles, se deberían haber realizados sucesivos raleos al rodal en los últimos 19 años. En comparación con el tratamiento con raleo por lo bajo, el crecimiento volumétrico obtenido se distribuye a lo largo de toda la clase diamétrica, mientras en el tratamiento con raleo selectivo, sólo se concentra en los árboles elegido como futuros.

### Bibliografía

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2011. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile, Monitoreo de Cambios y Actualizaciones. Período 1997- 2011. Lom Ediciones Ltda. Santiago, Chile. 87 p.

Borie S. 2000. Respuesta de bosques de lenga a investigaciones de corta de regeneración y raleo en la XII región. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. Memoria Ing. Forestal. 45 p.

- Bown H. 1992. Biomasa en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) en la provincia de Ultima Esperanza, XII región. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. Memoria Ing. Forestal. 75 p.
- Chávez R. 2002. Rendimiento de trozas y crecimiento en un renoval raleado de lenga *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, en Tierra del Fuego, XII Región. Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. Memoria Ing. Forestal. 34 p.
- Contreras C. 2004. Evaluación del efecto de un raleo selectivo sobre el crecimiento en un renoval de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, en Tierra del Fuego, XII Región. Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. Memoria Ing. Forestal. 49 p.
- González J. 2005. Introducción a la silvicultura general. Secretario de publicaciones Universidad de León. 309 p.
- Larson J. 2000. Crecimiento de la Lenga *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en un bosque secundario de la XII Región. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. Memoria Ing. Forestal. 56 p.
- Maulén F. 2014. Efecto de un raleo selectivo sobre el crecimiento de árboles en un renoval de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser) en el predio Monte Alto, Región de Magallanes y de la Antártica chilena. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y la Conservación de la Naturaleza. Santiago, Chile. Memoria Ing. Forestal. 24 p.
- Peri P, Martínez Pastur G, Monelos L. 2013. Dinámica natural y respuesta al raleo de árboles juveniles de lenga (*Nothofagus pumilio*) en bosques secundarios en Patagonia Sur. *Bosque* 34(3): 273-279.
- Pretzsch H. 2010. *Forest Dynamics, Growth and Yield from Measurement to Model*. Springer. Berlín, Alemania. 664 p.

## Intensidad de poda en plantaciones silvopastoriles de álamos en valles irrigados de Patagonia Norte

Miguel Martiniano Davel<sup>1,2\*</sup>, Darío Esteban Arquero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIEFAP; <sup>2</sup> Facultad de Ingeniería - UNPSJB

\*Autor de correspondencia: [mdavel@ciefap.org.ar](mailto:mdavel@ciefap.org.ar)

### Resumen

Las salicáceas han sido las principales generadoras de productos leñosos dentro de las especies implantadas en Patagonia. El consumo anual de madera por parte de la industria en el Valle del Río Negro, llegó a alrededor de 300.000 t año<sup>-1</sup> a principios de los 2000. Sin embargo, en la última década, por problemas de competitividad de la producción frutícola y por la caída permanente de la calidad de la materia prima forestal, el consumo ha descendido a la mitad. Se observa la necesidad de producir madera de calidad, para ganar competitividad. Para ello las plantaciones deben ser manejadas desde sus primeras etapas, siendo la poda la principal actividad. En el presente trabajo se estudió el efecto de la aplicación de diferentes intensidades de poda sobre el crecimiento de los árboles y la formación de brotes epicórmicos. Se instalaron dos ensayos, uno en Añelo (Neuquén) (38°31'13,1" S y 69°01'56,9" O), en una plantación de *Populus x canadensis* 'l 214', y otro en Lamarque (Río Negro) (39°30'28,4" S y 65°41'59,4" O), donde la especie plantada es *Populus x canadensis* 'Conti 12', ambas de 3 años de edad al momento de la instalación. Los tratamientos aplicados consistieron en diferentes intensidades de poda: Poda fuerte (dejando un 25 % de copa verde); Poda intermedia (dejando un 50 % de copa verde); Poda suave (dejando un 75 % de copa verde) y Testigo (sin poda, 100 % de copa verde). Para evaluar diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza y para la comparación entre medias de tratamientos, el Test de Tukey. No se observaron diferencias en el crecimiento en altura en los cuatro años de evaluación. Si hubo diferencias en el crecimiento en diámetro, durante los primeros tres años, entre la poda fuerte y el testigo en 'l 214' y entre la poda fuerte y, la poda suave y el testigo, en 'Conti 12'. Estas diferencias no se observaron al cuarto año. En cuanto al número de brotes hubo un incremento a medida que aumentó la intensidad de poda, observándose diferencias en los dos primeros años, que desaparecieron al tercer año.

**Palabras clave:** poda, crecimiento, brotes epicórmicos.

### Introducción

En Patagonia, considerando las provincias de Chubut, Río Negro y Neuquén, las salicáceas han aportado la mayor parte de la madera extraída de bosques implantados (Valor Agregado 2005). El consumo anual de madera por parte de la industria en el Valle del Río Negro, durante el período 2001 – 2003, fue de alrededor de 300.000 tn/año (Serventi & García 2004). En la última década, por problemas de pérdida de competitividad generada por el deterioro del tipo de cambio y la caída permanente de la calidad de la materia prima (madera rolliza), el consumo ha descendido hasta las 150.000 t/año, poniendo en riesgo la subsistencia del complejo foresto industrial, que ocupa unos 2.800 empleados permanentes y alrededor de 1.500 temporarios. Otro factor a tener en cuenta es que la industria de la madera está estrechamente ligada a la fruticultura y, por lo tanto, sigue los vaivenes de la misma. La madera producida actualmente se destina principalmente para envases y embalajes y, en mucha menor medida, para la fabricación de muebles y aberturas y para la construcción (García & Serventi 2012).

De las 3.500 ha de macizos de álamos existentes entre el valle de Río Negro y La Pampa en la década del 90', quedan alrededor de 2.769 ha en la actualidad (García, com.pers., 2013). Esto mismo es lo que ha ocurrido también con las cortinas de protección. Serventi (2011) indica que, de una existencia de 16.171,7 Km de longitud de cortinas forestales y 16.750 ha protegidas a principios de los 90', se bajó a 12.150 Km de longitud de cortinas forestales y 12.562 ha protegidas al llegar al año 2005.

Esto no hace más que reforzar la necesidad de producir madera de calidad para ganar competitividad y poder pensar en nuevos productos. Para la producción de madera de calidad, las plantaciones deben ser adecuadamente manejadas desde sus primeras etapas y una de las actividades principales, dentro del manejo, es la poda. Esta tarea, en su aplicación, abarca numerosos temas a considerar, entre los que se encuentran: oportunidad, intensidad y número de levantes y sus efectos sobre el crecimiento y sobre la principal variable indicadora de la calidad del tratamiento, como es el diámetro del cilindro con defectos (DCD).

Los objetivos de la poda en las plantaciones de salicáceas son la formación de plantas derechas y sin bifurcaciones y la producción de madera de calidad libre de nudos. Una rama, por pequeña que sea, si persiste en el fuste deja nudos en la madera. Estos ocasionan una disminución en el valor comercial de la misma, además de alteraciones en su estructura. Si bien la poda resiente el crecimiento de la planta, cuando se hace racionalmente, disminuye estos inconvenientes (Casaubon 2004). Un árbol podado proporciona madera para diferentes destinos productivos. La parte del fuste libre de ramas brinda madera sin nudos ideal para la industria del aserrado y el debobinado, mientras que la parte del fuste cubierta de ramas, madera con mayor aptitud para el triturado y pulpa. Para cumplir con esto se realizan tres tipos de poda: poda de formación, poda del fuste y monda.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar uno de los aspectos de la poda del fuste, como es determinar la intensidad adecuada con que se debe aplicar este tratamiento y cuantificar su efecto sobre el crecimiento de los árboles y sobre la formación de brotes epicórmicos.

### Materiales y Métodos

El estudio abarca parte del valle medio y alto del Río Negro y parte del valle del Río Neuquén. Dentro de esta área se realizó la instalación de dos ensayos de intensidad de poda, uno en Añelo, provincia de Neuquén, en una plantación de *Populus x canadensis* 'I 214' y otro en Lamarque, provincia de Río Negro, donde la especie plantada es *Populus x canadensis* 'Conti 12'. Ambas plantaciones corresponden a sistemas silvopastoriles, están localizadas en sitios de productividad media y de 3 años de edad al momento de la instalación de los ensayos (año 2012) (Tabla 1).

**Tabla 1:** Descripción de los sitios donde se instalaron los ensayos de intensidad de poda

Localidad	Distan. (m x m)	Clon	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Suelo	
						Prof. (m)	Textura
Lamarque	3x8	Conti 12	39°30'28,4"	65°41'59,4"	123	+1	Areno franco
Añelo	3x8	I - 214	38°31'13,1"	69°01'56,9"	438	+1	Franco Arenoso

El diseño del ensayo de Añelo fue de bloques completos al azar, debido a que se observó una diferencia en los crecimientos en altura, en los diferentes bloques, por diferencias en la calidad de sitio. El de Lamarque fue completamente aleatorizado. Las podas se realizaron en agosto con tijerón y, en el caso de ramas muy gruesas, con serrucho. Se realizaron 3 repeticiones por tratamiento, siendo en total 12 parcelas por ensayo. Cada parcela estaba formada por una parcela de medición interior de 16 árboles y una bordura de aproximadamente 8 m. Los tratamientos aplicados en las mismas consistieron en distintas intensidades de poda:

- Poda fuerte (Pf): se podó un 75 % de la altura total de cada árbol, dejando un 25 % de copa verde.
- Poda intermedia (Pi): se podó hasta un 50 % de la altura, dejando un 50 % de copa verde.
- Poda suave (Ps): se podó hasta un 25 % de la altura total, dejando un 75 % de copa verde.
- Testigo (T): sin poda (100 % de copa).

Estos ensayos se fueron podando, desbrotando y midiendo, todos los años, desde su instalación. La primera medición se realizó al momento de instalar el ensayo. Posteriormente se realizaron tres mediciones, una por año, entre mayo y fines de agosto. A cada árbol de la parcela se le midió:

- Diámetro a la altura del pecho (DAP) (en cm): diámetro medido a 1,30 m desde el suelo (con cinta diamétrica).
- Altura total (HT) (en m): altura total de cada árbol (con vara para medir alturas).
- Altura de poda (HPOD) (en m): es la altura a la que se encuentra la primera rama verde luego de la poda (con vara para medir alturas). Se midió luego de cada levante de poda.
- Brotes epicórmicos: se contó el número de brotes epicórmicos, sobre el fuste podado, antes de realizar el desbrote de cada año.

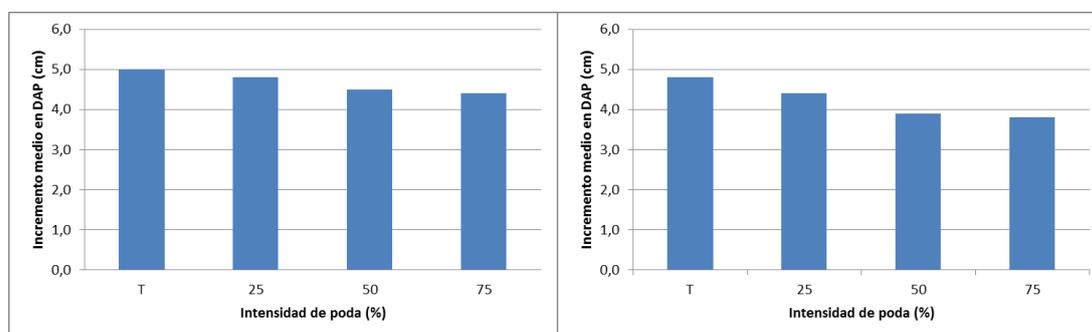
Los levantes de poda anuales se realizaron manteniendo las intensidades de poda, y hasta llegar a una altura total de poda de 6 metros. Las parcelas con intensidades de poda de 50 y 75 % llegaron a esa altura, en cambio las podadas al 25 % se deben seguir podando.

Posteriormente, con la información obtenida sobre los árboles muestra, se evaluó el efecto de la intensidad de poda sobre el crecimiento en DAP y altura y sobre la cantidad de brotes epicórmicos. Para evaluar si las diferencias entre tratamientos eran significativas desde el punto de vista estadístico, se realizó un análisis de varianza y para la comparación entre medias de los distintos tratamientos, el Test de Tukey.

## Resultados y discusión

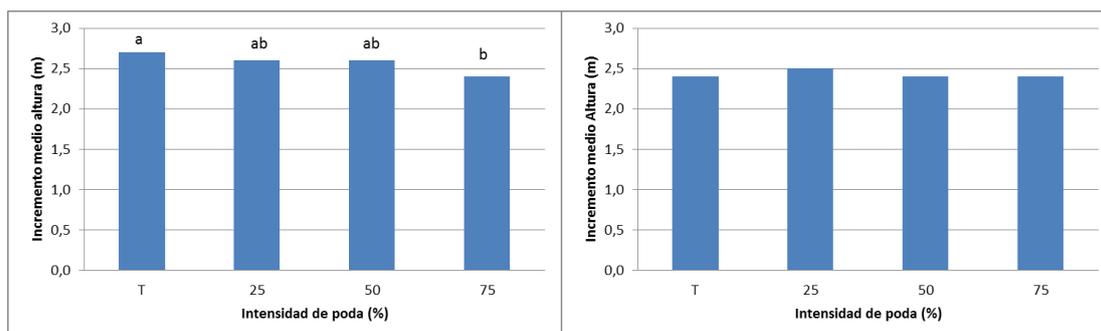
### *Relación entre la intensidad de poda y el crecimiento en diámetro y altura*

En cuanto al crecimiento en diámetro se observa, en ambos ensayos, una disminución del mismo a medida que aumenta la intensidad de poda. Esto es más notorio en el 'I-214' (Figura 1). Sin embargo, el análisis estadístico, no muestra diferencias significativas para 'I-214' ( $p=0,10$ ) ni para 'Conti 12' ( $p=0,22$ ) considerando el crecimiento medio de los tres años. Durante los años anteriores las diferencias fueron significativas entre la poda fuerte y el testigo en 'I-214' ( $p=0,05$ ) y entre la poda fuerte y la poda suave y el testigo en 'Conti 12' ( $p=0,02$ ).



**Figura 1.** Incremento medio en DAP de *Populus x canadensis* 'Conti 12' (izquierda) y *Populus x canadensis* 'I-214' (derecha), para las tres intensidades de poda y el testigo, luego de transcurridos tres años de instalados los ensayos.

En cuanto al crecimiento en altura, luego de transcurridos tres años, no se observaron diferencias importantes por efecto de la intensidad de poda en 'I-214'. En cambio en 'Conti 12' pareciera haber una tendencia de disminución de crecimiento en altura con la intensidad de poda, aunque las diferencias son pequeñas (Figura 2).



**Figura 2.** Incremento medio en altura de *Populus x canadensis* 'Conti 12' (izquierda) y *Populus x canadensis* 'l-214' (derecha), para las tres intensidades de poda y el testigo, luego de transcurridos tres años de instalados los ensayos.

Realizado el análisis de varianza, las diferencias observadas no resultaron significativas para 'l-214' ( $p=0,33$ ). En cambio para 'Conti 12', al tercer año, las diferencias fueron significativas entre el Testigo y la poda fuerte ( $p=0,059$ ). Esto no se había observado en los años anteriores.

#### Efecto de la intensidad de poda sobre la frecuencia de brotes epicórmicos

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en frecuencia de brotes epicórmicos para cada intensidad de poda, a lo largo de los años. Si bien se observa que hay un mayor número de brotes a medida que incrementa la intensidad de poda, también se observa una disminución del número de los mismos, en todos los tratamientos, a medida que pasan los años.

**Tabla 2.** Frecuencia de brotes epicórmicos para cada tratamiento de poda y para los tres años evaluados (en 'Conti 12' la información faltante, en el año 2014, se debe a que hubo daños por ganado).

Tratamiento % poda	'Conti 12' – número de brotes epicórmicos			
	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
25	3	3		1
50	6	10		3
75	10	15		12
Tratamiento % poda	'l-214' – número de brotes epicórmicos			
	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015
25	4	7	1	1
50	7	12	2	3
75	34	10	1	7

**Tabla 3.** Altura de poda lograda en cada levante de poda, para cada intensidad en 'Conti 12' e 'l-214'.

Tratamiento % de poda	'Conti 12' – altura de poda		
	Primer levante	Segundo levante	Tercer levante
	metros	metros	metros
25	1,5	2,0	3,9
50	2,5	3,7	5,0
75	3,3	4,8	5,8
Tratamiento % de poda	'l-214' – altura de poda		
	Primer levante	Segundo levante	Tercer levante
	metros	metros	metros
25	1,3	2,0	3,7
50	1,8	3,4	4,8
75	3,8	4,5	5,8

Cantidad de levantes de poda para llegar a la altura de poda objetivo

Si se establece como objetivo de poda, lograr un fuste de 6 m libre de ramas y, teniendo en cuenta los crecimientos obtenidos para ambas especies en los sitios de ensayo, se observa en la Tabla 3 que, con una poda del 75 %, se llega a los 6 m en 3 levantes realizados en tres años consecutivos. Con la intensidad de poda del 50 % se deberían realizar 4 levantes y con la intensidad de poda de 25 % se deberían realizar entre 7 y 8 levantes en total.

### Conclusiones

En contra de lo esperado, no se observaron diferencias en el crecimiento en diámetro para las distintas intensidades de poda aplicadas luego de transcurridos tres años. Tampoco se observaron diferencias en el crecimiento en altura.

En 'I- 214', hubo diferencias significativas en la cantidad de brotes epicórmicos formados luego del primer levante de poda. Los árboles podados hasta un 75 % de su altura, tuvieron una mayor aparición de brotes que los podados hasta el 25 % y el 50 % de la altura total. Sin embargo, en los años siguientes, las diferencias son menores y terminan siendo no significativas al tercer año, donde el número de brotes disminuye en forma importante. En 'Conti 12', se encontraron diferencias en cantidad de brotes según la intensidad de poda empleada. En cuanto a la cantidad de brotes, se pudo ver que, en los ejemplares podados al 75 % de su altura, hubo una mayor incidencia de rebrotes que en los otros dos tratamientos, coincidiendo esto con 'I-214'. Al segundo año las diferencias se dan entre la poda más suave (25 %) y las otras dos intensidades de poda (50 y 75 %).

Si se establece como objetivo de poda, lograr un fuste de 6 m libre de ramas y, considerando los crecimientos obtenidos para ambas especies en estos sitios, se observó que con una poda del 75 %, se deben realizar 3 levantes en tres años consecutivos. Con la intensidad de poda del 50 % deberíamos realizar 4 levantes, y con la intensidad de poda de 25 % deberíamos realizar entre 7 y 8.

En base a los resultados obtenidos hasta el momento se recomienda podar entre el 50 % y el 75 % de la altura total de cada árbol en cada levante de poda. Podar por debajo del 50 % de la copa viva implicaría: 1) Un mayor número de entradas al monte para alcanzar la misma altura de poda; 2) Un menor número de rebrotes pero, solo al primer año, ya que luego disminuye el número de brotes chupones en las podas más fuertes y 3) Similares crecimientos en diámetro y altura de los árboles que en las podas más fuertes. Se debe evaluar aún, en base a información ya obtenida, cómo es el efecto sobre el diámetro del cilindro con defectos (DCD).

### Agradecimientos

Al CIEFAP y al Componente Plantaciones Forestales Sustentables del Proyecto Manejo Sustentable de Recursos Naturales del Ministerio de Agroindustria de Nación que financiaron el estudio. A Aníbal Garcés, Julio García y Norberto Serventi que colaboraron en las distintas etapas del proyecto.

### Bibliografía

Casabon E. 2004. Poda de álamos en el Delta del Paraná. Boletín Extensión nº 16. INTA E.E.A. Delta del Paraná. 4p.

García J, Serventi N. 2012. Mercado de la madera industrializada en Norpatagonia. Disponible en: <http://patagoniavallesirrigados.blogspot.com.ar/2012/07/mercado-de-la-madera-industrializada-en.html>. Citado el 12/11/2015.

Serventi N, García J. 2004. Revista SAGPyA Forestal Nº32: 24-27. Septiembre, 2004. Bs.As.

Serventi N. 2011. Las cortinas forestales en los valles irrigados de norpatagonia. Jornadas de salicáceas 2011. 3º Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 - 18 mar. 2011.

Valor Agregado 2005. La industria maderera en cifras. Ed: E.H. Rodrigo. Bs.As. Argentina. p 41-49.

## Implementación de raleos de alta estabilidad en bosques secundarios de lenga en Tierra del Fuego: de la teoría a la práctica

Santiago Favoretti<sup>1\*</sup>, Dardo Paredes<sup>2</sup>, Martín Parodi<sup>2</sup>, Guillermo Martínez Pastur<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF); <sup>2</sup>Dirección de Desarrollo Forestal de Tierra del Fuego; <sup>3</sup>Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC CONICET).

\*Autor de correspondencia: [sfavoretti@untdf.edu.ar](mailto:sfavoretti@untdf.edu.ar)

### Resumen

El manejo implementado en las últimas décadas en los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra del Fuego ha generado áreas de bosques secundarios bajo una dinámica natural con superficies a considerar para intervenir silvícolamente por los productores locales. La propuesta silvícola ejecuta raleos tempranos (aprox. 30 años de edad y 2 m de altura-H) de alta intensidad y frecuencia (cada 5-10 años). En estructuras avanzadas (>10 m H) se recomienda implementar raleos de alta estabilidad que liberan individuos selectos, pero mantienen parte de los árboles no seleccionados durante los primeros años, los que serán removidos en intervenciones posteriores. El objetivo de este trabajo fue: (i) analizar la evolución de una parcela bajo manejo mediante esta propuesta (PM) y compararlo con un rodal testigo (PT) sin intervención en la parcela permanente, y (ii) analizar una primera intervención a escala comercial (PC) de este método (9 ha). En PT (área basal-AB  $39,1 \pm 2,3 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) se midió un incremento de  $6,0 \pm 1,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (2001-2016). En PM (raleos años 2000 y 2010) se seleccionaron  $1106 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$  generando incrementos de  $2,7 \pm 0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  en la etapa de formación de copa y de  $6,2 \pm 3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  en la etapa de crecimiento, con una evolución del AB desde 4,9 a  $14,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . La implementación de PC definió una mayor AB de partida que el ensayo ( $10,5 \pm 3,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) seleccionando  $410 \pm 115 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Las intervenciones liberaron los individuos seleccionados en forma inmediata por cortes ( $377 \pm 191 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) o paulatinamente por anillados ( $307 \pm 102 \text{ ind} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Los bosques no manejados tempranamente generan árboles con alta H, bajo desarrollo de copa y baja relación diámetro/H con alta inestabilidad frente a las intervenciones. La propuesta presentada permite la recuperación silvícola de los árboles al quitar inmediata o paulatinamente la competencia de árboles vecinos. Esto permite obtener árboles similares a bosques bajo manejo intensivo al cabo de unos pocos años, dentro de un marco de factibilidad económica de implementación a gran escala.

**Palabras Clave:** tratamientos secundarios, estabilidad del dosel, factibilidad comercial.

### Introducción

El manejo implementado en las últimas décadas en los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego ha generado extensas áreas de bosques secundarios bajo una dinámica natural, los cuáles no han sido incorporados al manejo silvícola planificado (Gea et al. 2004). Los bosques de lenga son los de interés para el sector productivo maderero local. En este marco, para producir trozas aserrables de calidad en los bosques secundarios, se deberían haber implementado raleos planificados para reducir el tiempo requerido respecto de un turno natural, y para obtener productos de tamaño y calidad deseados por la industria local (Peri et al. 2013). Para poder elaborar prácticas silvícolas más sostenibles es necesario conocer la respuesta de estos bosques frente a las diferentes intervenciones silvícolas, como los raleos, y que en los últimos años ha generado numerosos interrogantes (Cellini et al. 2005; 2013; Martínez Pastur et al. 2009; 2013): (i) la respuesta de los individuos frente a distintas intensidades de raleo; (ii) la estabilidad del dosel frente a intervenciones fuertes o de alta frecuencia; y (iii) el crecimiento comparativo de un bosque manejado respecto de un bosque sin manejo a los fines de realizar estudios económicos y de factibilidad. Las propuestas silvícolas actuales combinan la producción y la conservación de la biodiversidad, al incluir reservas dentro de los rodales manejados, y se proponen diferentes estrategias para el manejo de los sectores aprovechados fuera de dichas reservas (Martínez Pastur et al. 2007; 2013). La propuesta silvícola tradicional incluye raleos tempranos (aprox. 30 años de edad y 2 m de altura-H) de alta

intensidad y frecuencia (cada 5-10 años) (Martínez Pastur et al. 2001). En estructuras ya avanzadas (>10 m H) no es posible ejecutar estas propuestas sin poner en riesgo la estabilidad de los individuos remanentes, por lo que se recomienda implementar raleos de alta estabilidad (RAE) que liberan individuos selectos, pero mantienen parte de los árboles no seleccionados durante los primeros años (Peri et al. 2002). Esto permite el crecimiento de las copas y sistemas radiculares de los individuos seleccionados adaptándose a las condiciones de un rodal bajo manejo. En este marco, los objetivos de este trabajo fueron: (i) analizar la evolución de una parcela intervenida mediante una propuesta de RAE a lo largo de 17 años y compararlo con un rodal testigo bajo dinámica natural, y (ii) analizar una primera intervención basado en un RAE a una escala comercial.

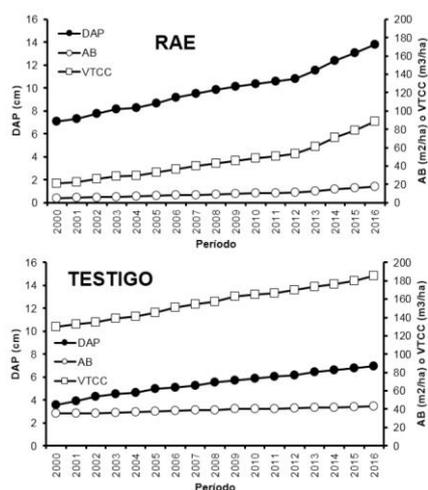
### **Materiales y Métodos**

Mediciones en parcelas de muestreo a largo plazo: Para alcanzar el primer objetivo se trabajó con datos provenientes de una parcela de muestreo a largo plazo de la red PEBANPA ubicada en el cuartel forestal Aguas Blancas (54°36'35"S, 67°15'43"O) (ver Martínez Pastur et al. 2001). Este bosque fue intervenido (1965-1967) mediante talas rasas en fajas alternas de orientación NE-SO, de 30 a 40 m de ancho y 400 m de largo, donde se retiró todo el material leñoso hasta 5 cm. En el año 2000 (33-35 años desde el aprovechamiento) se establecieron 2 parcelas: (i) un control de 200 m<sup>2</sup> donde se identificaron todos los individuos con chapas y clavos al DAP (N = 604 árboles) (PT), y (ii) una parcela de 705 m<sup>2</sup> donde se aplicó la propuesta de RAE, seleccionando individuos futuros (3 x 3 m, 1106 ind. ha<sup>-1</sup>) y realizando su identificación con chapas y clavos al DAP (N = 78 árboles) (PM). En esta última parcela se realizaron dos intervenciones, en el año 2000 se liberaron las copas de los individuos futuros, y se anillaron árboles remanentes e individuos lobos que no poseían una forma forestal deseable. En 2011 se realizó la liberación final de los individuos selectos, removiendo a los no seleccionados y/o los anillados en pie. Los individuos selectos debían presentar buena sanidad aparente, buena forma forestal (evitando bifurcaciones, fuste tortuoso o retorcido), de una clases dominante o co-dominante, y respetando el distanciamiento planteado entre los individuos remanentes.

Mediciones en una primera intervención a una escala comercial: Para analizar la factibilidad de implementación de esta metodología de manejo (RAE) se realizó una primera intervención a escala comercial (PC) (Figura 1A) sobre una superficie de 9 ha (54°37'52"S, 67°25'00"O) (ver Paredes et al. 2015; Favoretti 2016) perteneciente al cuartel forestal Río Valdez, donde en el Plan de Manejo (1970-1971) dichos rodales aparecen como bosques afectados por tornados. La marcación delimitó los rodales en un SIG y a campo con GPS, y se realizó la marcación de los individuos selectos considerando: (i) distanciamiento entre individuos de 3 a 5 m; (ii) priorizar individuos en una fase de crecimiento óptimo final y aquellos del mayor diámetro posible; (iii) evitar bifurcaciones a < 6m de H; y (iv) evitar evidencia de enfermedades o plagas en el fuste. Se estableció que la intervención silvícola tendría por objetivo la disminución de la competencia en las copas de los árboles futuros, lo que se llevó a cabo mediante la eliminación total (apeo) o gradual (anillado) de los competidores directos (Favoretti 2016). Para ello, durante la marcación, a cada árbol futuro se le seleccionaron uno o varios competidores directos de copa, marcando con una "x" para su posterior intervención. A los fines de cuantificar las intervenciones y de poder analizar la respuesta de la masa forestal remanente en el futuro, se instalaron 6 parcelas de monitoreo permanentes (Figura 1B) de 500 m<sup>2</sup> (50 x 10 m). En esas parcelas se identificó cada individuo seleccionado, remanente sin intervención e intervenidos (apeados o anillados). En ambas parcelas se emplearon modelos biométricos realizados para las parcelas o de los modelos desarrollados para lenga en Tierra del Fuego (Martínez Pastur et al. 2001; 2002; Gea et al. 2004; Martínez Pastur 2006).

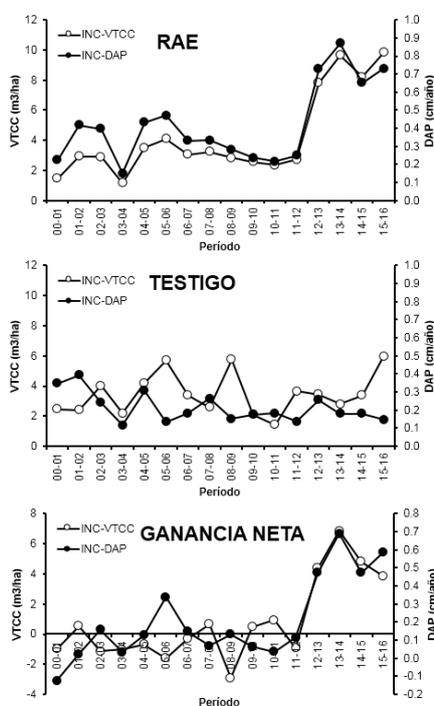
## Resultados y Discusión

**Mediciones en parcelas de muestreo a largo plazo:** La parcela testigo (PT) bajo dinámica natural presentó un diámetro a la altura del pecho (DAP) una densidad (N), un área basal (AB) y un volumen total con corteza (VTCC) al comienzo del ensayo (año 2000, DAP 3,6 cm, N 26700 ind.ha<sup>-1</sup>, AB 35,6 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, VTCC 130,1 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) y al presente (año 2016, DAP 6,9 cm, N 10200 ind.ha<sup>-1</sup>, AB 43,5 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, VTCC 185,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) (Figura 2) generando (promedio ± D.E.) una mortalidad de 982±1064 ind.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y un incremento VTCC de 3,5±1,4 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> (2000-2016) (Figura 3). La mortalidad y el crecimiento estuvieron asociados a eventos climáticos (e.g. temporada 2003-2004) y muchas veces generaron incrementos VTCC negativos (> volumen árboles muertos que volumen de crecimiento). En la parcela donde se implementó el RAE (PM), durante los raleos de los años 2000 y 2010 se seleccionaron 1106 ind. ha<sup>-1</sup>, donde solo se observó la mortalidad de 1 individuo (equivalente a 14 ind. ha<sup>-1</sup>) en el año 2014 debido al quiebre del fuste por peso de nieve en la copa. Los árboles reaccionaron diferencialmente a los dos tipos de raleos (liberación parcial 2000-2010 para la etapa de formación de copa, y liberación total 2011-2016 para la etapa de crecimiento) (Figura 2 y 3), observando una evolución para la etapa de formación de copas de DAP 7,1-10,3 cm, AB 4,9-10,2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, VTCC 21,1-48,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, y para la etapa de crecimiento de DAP 10,3-13,8 cm, AB 10,2-17,5 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, VTCC 48,3-88,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>). Esto generó incrementos en DAP y VTCC diferentes para cada etapa (0,3±0,1 cm año<sup>-1</sup> y 2,8±0,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en la etapa de formación de copa, y 0,6±0,3 cm año<sup>-1</sup> y 6,8±3,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en la etapa de crecimiento, respectivamente). Al realizar la comparación entre el crecimiento del total de la parcela testigo (el máximo potencial natural del sitio) y los de la parcela bajo manejo observamos un comportamiento diferente (Figura 2) entre la etapa de formación de copa (DAP +0,1±0,1 cm año<sup>-1</sup> y VTCC -0,7±1,2 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) y la etapa de crecimiento ((DAP +0,5±0,2 cm año<sup>-1</sup> y VTCC +3,8±2,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>). Esto nos pone de manifiesto la ganancia potencial de la implementación de estos raleos, donde en la primera etapa ganamos en calidad de individuos, y en la segunda, en crecimiento volumétrico. Al igual que en otros estudios, la duración de los efectos del raleo es muy corta (4-5 años) siendo necesarias intervenciones regulares (Martínez Pastur et al. 2001; 2013; Peri et al. 2002; 2013).



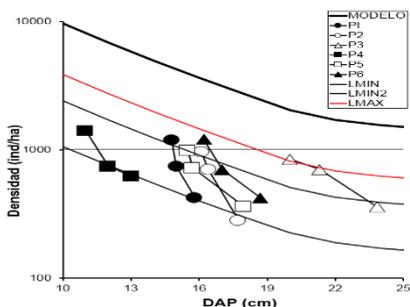
**Figura 2 (Izq.).** Evolución del diámetro medio (DAP), área basal (AB) y volumen total con corteza (VTCC) en la parcela de ensayo del raleo de alta estabilidad (RAE) y un testigo bajo dinámica natural en bosques de *N. pumilio* en TdF.

**Figura 3. (Der.).** Incrementos (INC) de diámetros medio (DAP) y volumen total con corteza (VTCC) en la parcela de ensayo del raleo de alta estabilidad (RAE) respecto de un testigo bajo dinámica natural, y la comparación entre ellos (ganancia neta) en bosques de *N. pumilio* en TdF.



**Mediciones en una primera intervención a una escala comercial:** El bosque donde se implementó la intervención a escala comercial (PC) se generó (según el Plan de Manejo) por medio de la ocurrencia de un tornado, probablemente, muchos años antes que la implementación de la parcela de Aguas Blancas. Es por ello que quedó fuera de las intervenciones forestales en la década del '80, y que en la

actualidad los árboles fueran de mayores dimensiones, comparables a los resultados informados por Peri et al. (2002) donde se implementó por primera vez un RAE en Tierra del Fuego. El bosque estudiado presentó antes de las intervenciones una densidad de 3940 ind. ha<sup>-1</sup> (2060 <10 cm; 1880 >10 cm), un DAP medio de 11,8 cm (7,6 <10 cm; 16,5 >10 cm), un AB de 53,1 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (8,7 <10 cm; 44,4 >10 cm) y un VTCC de 281,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (43,2 <10 cm; 238,5 >10 cm) (Paredes et al. 2015). Los resultados del monitoreo mostraron que la implementación de PC definió una mayor AB de partida que el ensayo de Aguas Blancas (10,5±3,4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) seleccionando 410±115 ind. ha<sup>-1</sup>. Las intervenciones liberaron los individuos seleccionados en forma inmediata por cortes (377±191 ind. ha<sup>-1</sup>) o paulatinamente por anillados (307±102 ind. ha<sup>-1</sup>) (Tabla 1). Se observó una buena distribución de los individuos futuros, pero las operaciones forestales no fueron totalmente efectivas al momento de liberar los individuos. Los motivos de esta falta de eficiencia pueden resumirse como: (i) la marcación no llegó a identificar todos los individuos que generan competencia de copas y el operario no cortó más individuos que los marcados, (ii) el bosque secundario presentó una alta heterogeneidad que fue correctamente reflejada en los distanciamientos efectuados variando entre 3 y 5 m, pero no en la cantidad de individuos liberados (e.g. en sectores con individuos más grandes o menos densos es correcto marcar 1-3 individuos para cortar por individuo seleccionado, pero en los sectores más densos se deben cortar muchos más individuos por árbol seleccionado), y (iii) se realizó la marcación con una extrema precautoriedad lo que llevó a que en algunos sectores la implementación pueda llegar a durar muy poco en el tiempo (e.g. <5 años). Esto se ve reflejado en parte, en los puntos de monitoreo evaluados cuando los contrastamos con los modelos silvícolas de raleos propuestos para Tierra del Fuego (Martínez Pastur et al. 2002; Martínez Pastur 2006). Algunas parcelas se ubicaron en la línea de manejo propuesta, pero otras parcelas estuvieron muy por encima (Figura 3) con una clara tendencia a la precautoriedad a medida que el DAP incrementó. Más allá de estas consideraciones, esta primera aplicación de baja intensidad asegura que se reduzca la potencial caída de árboles por viento, ya que solo elimina los competidores efectivos, y de esta manera mantiene una alta densidad del rodal protegiendo los árboles seleccionados (Peri et al. 2013). Asimismo, los árboles anillados (307±103 ind. ha<sup>-1</sup>) también brindan estabilidad al dosel, muriendo paulatinamente con los años (aprox. 1 a 3 años) desmoronando su copa lentamente. En este raleo pudimos determinar que el principal problema es que los bosques que no son manejados tempranamente generan árboles con elevada H, bajo desarrollo de copa y baja relación diámetro/H con alta inestabilidad frente a las intervenciones. Es por ello, que la implementación de RAE nos permite alcanzar un doble propósito, por un lado disminuir la competencia sobre los árboles seleccionados, pero manteniendo parte de la estabilidad del rodal (Peri et al. 2013; Martínez Pastur et al. 2013; Cellini et al. 2013).



**Figura 3.** Relación entre el diámetro (DAP) y la densidad de las parcelas establecidas en relación con los límites de manejo para *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego (MODELO: nivel de máxima densidad natural, LMAX: máxima densidad sugerida en bosques bajo manejo, LMIN2: densidad mínima sugerida en raleos suaves, LMIN: densidad mínima sugerida en raleos fuertes). Para cada parcela se muestran los tres niveles de raleo: (i) la densidad original, (ii) la densidad luego del corte con (actual, anillados + finales), y (iii) la densidad final de árboles seleccionados.

## Conclusiones

La implementación de raleos de alta estabilidad permite adaptar a los árboles una forma forestal compatible con un bosque bajo manejo en cortos períodos de tiempo (10 años) sin pérdidas significativas promedios de crecimiento respecto de un bosque testigo sin intervención. Luego de esta etapa es posible mejorar dichos crecimientos aumentando la productividad de los rodales originales, pero con intervenciones intensas y frecuentes (aprox. 5 años). Esta propuesta es una alternativa para introducir al manejo intensivo aquellas áreas cosechadas o afectadas por otros

eventos, y que han sido transformadas en bosques secundarios. Asimismo, la combinación de intervenciones, por un lado los cortes con cosecha de productos y el anillado con mantención de los árboles en pie permitirían alcanzar equilibrios económico-biológicos compatibles con el manejo de estos bosques, asegurando rentabilidad, conservación de la biodiversidad y estabilidad del dosel frente a eventos extremos.

### Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto “Manejo forestal de bosques juveniles en las reservas forestales de producción de Tierra del Fuego, Argentina” (Pr-22-II-001-09, Exp 3055/09, Resolución S.A. y D.S. 256/09 – Ley Nacional Nº 2633, Programa Experimental de Protección de Bosque Nativo, 3 años).

### Bibliografía citada

- Cellini JM, Martínez Pastur G, Vukasovič R, Lencinas MV, Díaz B, Wabo E. 2005. Pautas de sustentabilidad en el manejo forestal de los bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. *Yvyrareta* 13: 77-82
- Cellini JM, Martínez Pastur G, Soler Esteban R, Barrera MD, Lencinas MV. 2013. Retención variable en bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en Patagonia Sur: Estructura forestal, estabilidad estructural y regeneración. *Yvyrareta* 20: 40-47
- Favoretti S. 2016. Informe final de obra para el proyecto Manejo forestal de bosques juveniles en las reservas forestales de producción de Tierra del Fuego, Arg. Consultora Geo-Ingeniería. 8 pp.
- Gea G, Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV. 2004. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser primary forests. *Forest Ecology and Management* 201(2-3): 335-347
- Martínez Pastur G. 2006. Biometría y producción forestal para bosques naturales de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. Tesis de Doctor en Agronomía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca (Argentina). 242 pp.
- Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV, Vukasovic R, Vicente R, Bertolami F, Giunchi J. 2001. Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. *Ecología Austral* 11: 95-104
- Martínez Pastur G, Lencinas MV, Cellini JM, Díaz B, Peri P, Vukasovic R. 2002. Herramientas disponibles para la construcción de un modelo de producción para la lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo en un gradiente de calidad de sitio. *Bosque* 23(2): 69-80
- Martínez Pastur G, Lencinas MV, Peri P, Moretto A, Cellini JM, Mormeneo I, Vukasovic R. 2007. Harvesting adaptation to biodiversity conservation in sawmill industry: Technology innovation and monitoring program. *Technology Management and Innovation* 2(3): 58-70
- Martínez Pastur G, Lencinas MV, Cellini JM, Peri P, Soler R. 2009. Timber management with variable retention in *Nothofagus pumilio* forests of Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 258: 436-443
- Martínez Pastur G, Peri PL, Lencinas MV, Cellini JM, Barrera MD, Soler R, Ivancich H, Mestre L, Moretto A, Anderson CB, Pulido F. 2013. La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. En: Donoso P, Promis A, eds. Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, p 155-179
- Paredes D, Parodi M, Ojeda J. 2015. Proyecto Manejo forestal de bosques juveniles en las reservas forestales de producción de Tierra del Fuego, Argentina. Dirección General de Bosques. 9 pp.
- Peri P, Martínez Pastur G, Vukasovic R, Díaz B, Lencinas MV, Cellini JM. 2002. Thinning schedules to reduce risk of windthrow in *Nothofagus pumilio* forests of Patagonia, Arg. *Bosque* 23(2): 19-28
- Peri P, Martínez Pastur G, Monelos L. 2013. Natural dynamics and thinning response of young lenga (*Nothofagus pumilio*) trees in secondary forests of Southern Patagonia. *Bosque* 34(3): 273-279

## Comparación de la disponibilidad de agua de lluvia entre plantaciones con y sin manejo silvopastoril

Federico A. Gomez<sup>1\*</sup>, Manuela M. Tarabini<sup>1</sup>, Carlos G. Buduba<sup>1,2</sup>, Ludmila La Manna<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB, Sede Esquel; <sup>2</sup> EEA Esquel, INTA; <sup>3</sup> CONICET

\* Autor de correspondencia: fede\_g05@hotmail.com

### Resumen

En el ecotono bosque-estepa de la Región Andino Patagónica, los sistemas silvopastoriles son una actividad muy incipiente pero, al mismo tiempo, son una excelente alternativa para combinar la ganadería extensiva, la producción de forraje y la producción forestal con especies exóticas de rápido crecimiento, del género *Pinus*. Los sistemas silvopastoriles para ser exitosos deben tener un buen manejo del dosel arbóreo, ya que el recurso hídrico es escaso en los meses de verano, coincidente con la etapa de crecimiento vegetal, facilitando así un mayor ingreso de agua al suelo y beneficiando a las especies forrajeras. El objetivo de este trabajo fue evaluar los componentes de la precipitación en una plantación de *Pinus radiata* (D. Don) con dos tipos de manejo: silvopastoril y sin manejo silvopastoril. En dos parcelas con distintas densidades (325 y 622 árb. ha<sup>-1</sup>) se midieron las variables que explican cómo se distribuye la lluvia incidente dentro de un bosque (precipitación directa, escurrimiento fustal e intercepción) y el contenido de agua en el suelo. Los registros de 46 eventos lluviosos determinaron diferencias significativas en las variables analizadas entre los distintos manejos. La precipitación directa fue de  $84 \pm 1$  % y  $75 \pm 2$  %, para la situación con y sin manejo silvopastoril, respectivamente. Con respecto al escurrimiento fustal, fue de  $2 \pm 0,3$  % y  $3 \pm 0,27$  %, con y sin manejo silvopastoril, respectivamente. La pérdida por intercepción fue menor para el manejo silvopastoril ( $14 \pm 1$  % vs.  $22 \pm 2$  %). A su vez, el contenido de humedad del suelo fue mayor en el sistema silvopastoril ( $24,2 \pm 2,5$  % vs.  $20,9 \pm 2,1$  %), fundamentalmente durante la época de lluvias. Estos resultados evidencian que en el sistema silvopastoril ingresa más agua al suelo del bosque en comparación con el manejo forestal tradicional. Los mayores valores de precipitación directa y una menor intercepción en el manejo silvopastoril, implicarían una mayor disponibilidad de agua edáfica para el componente forrajero.

**Palabras clave:** agua edáfica, especies forrajeras, precipitación.

### Introducción

En la Región Andino Patagónica, la actividad forestal no ha sido aprovechada en todo su potencial. Una de las explicaciones es la producción ganadera extensiva que se desarrolla en la zona. Una alternativa para compatibilizar la producción de árboles, pastura y ganado, son los sistemas silvopastoriles, en donde el hombre aprovecha las interacciones positivas de dichos componentes con determinados objetivos. En este contexto de coexistencia de pastizales y plantaciones, el recurso hídrico, escaso en época estival, es clave. El manejo del dosel arbóreo se relaciona directamente con el agua que alcanza el suelo y queda disponible para el componente forrajero. Al realizar un cambio en la cobertura vegetal, por ejemplo de bosque denso a uno más abierto (sistema silvopastoril), la cantidad de agua que vuelve a la atmósfera o ingresa al suelo se modifica, pues diferentes variables dependen del manejo (Ford y Deans 1978; Oyarzún et al. 1985). Es decir, las características del bosque inciden en la lluvia que alcanza directamente el suelo, o que se evapora al ser interceptada por hojas y ramas, o que llega al piso goteando a través del follaje o escurriendo por el fuste.

El objetivo del trabajo es cuantificar los componentes de la precipitación (precipitación directa, escurrimiento fustal e intercepción) y el contenido de humedad del suelo, en un bosque de pino radiata con dos tipos de manejo: silvopastoril y sin manejo silvopastoril.

### **Materiales y Métodos**

El estudio se llevó a cabo en la Unidad Demostrativa Silvopastoril del Campo Experimental Agroforestal INTA Trevelin (Chubut). El sitio de estudio correspondió a una plantación de pino radiata post incendio de 27 años de edad. En parte de la superficie (3,5 ha) se realizó raleo y poda en invierno de 2012, a fin de adecuar la plantación a un manejo silvopastoril. En un área contigua (2 ha) se adecuó la densidad en otoño de 2014 para continuar con un manejo forestal tradicional.

En cada sector (con y sin manejo silvopastoril) se instaló una parcela dasométrica circular de 706 m<sup>2</sup>. La densidad de árboles de cada sector fue 325 y 622 árb. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Se registró la precipitación incidente (Pi) con un pluviómetro ubicado a cielo abierto. Dentro de cada parcela se midió la precipitación directa (Pd) (agua que llega al suelo atravesando el follaje) con una canaleta de 14,25 m de largo y 1,4 m<sup>2</sup> que almacenó el agua en un bidón de 100 l de capacidad. La misma se instaló a 1 m de altura con una pendiente que aseguró un escurrimiento rápido hacia el bidón, evitando las pérdidas por evaporación (Crockford y Johnson 1983, Buduba 2006). Para medir el escurrimiento fustal (Ef) se seleccionaron 5 árboles dominantes en cada parcela. En cada uno de ellos se instaló un anillo helicoidal de aluminio que encausó el agua que bajaba por el tronco hacia un bidón de 50 l de capacidad. Por último, la intercepción (I) fue calculada con la ecuación 1 (Huber y Oyarzún 1983, 1984), referenciándose todos los valores a ha.

$$I = P_i - P_d - E_f \quad \text{Ecuación 1}$$

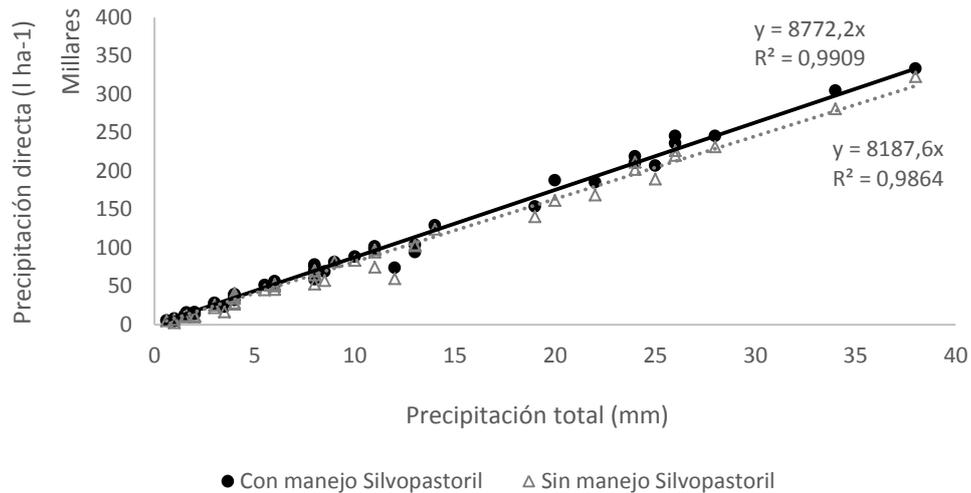
En el período comprendido entre el 3/9/2014 y el 31/12/2015 se registraron 46 eventos de lluvia incidente en ambas parcelas. Mensualmente se tomaron muestras de suelo a 50cm de profundidad para determinar la humedad gravimétrica.

Los datos fueron analizados mediante test de t para muestras pareadas.

### **Resultados**

#### *Precipitación directa*

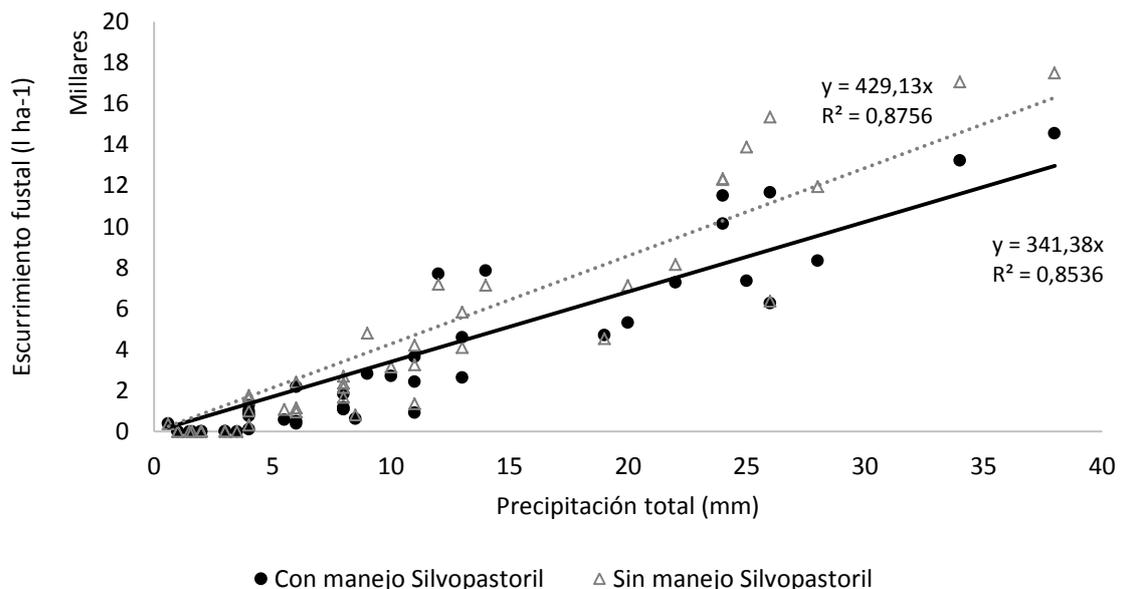
La precipitación directa presentó un valor medio de 84 ± 1% de la lluvia incidente en la parcela silvopastoril, y de 75 ± 2 % en la forestal tradicional (Gráfico 1). El ingreso de agua fue significativamente mayor (p<0,01) en el sistema silvopastoril. Con eventos de precipitación mayores a 15 mm las diferencias son más marcadas entre parcelas. Los intervalos de confianza de las pendientes de las curvas de regresión fueron [8602,9-8941,5] y [7991,6-8383,5] para el manejo silvopastoril y manejo forestal, respectivamente. Las pendientes, que difirieron significativamente entre ambos tratamientos, pueden ser interpretadas como un indicador de la eficiencia con que el agua llega al suelo.



**Gráfico 1.** Precipitación directa registrada con manejo silvopastoril (--) y sin manejo silvopastoril (.....).

### Escurrecimiento fustal

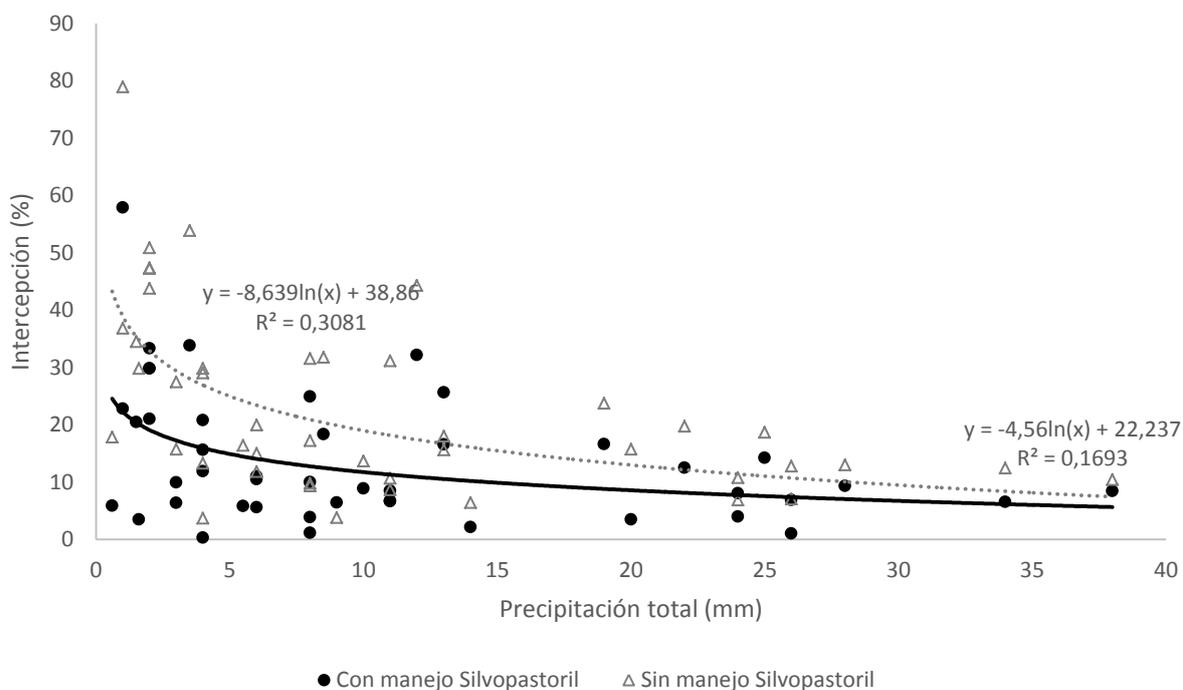
El escurrecimiento fustal evidenció también diferencias significativas ( $p < 0,01$ ), presentando un valor medio de  $2 \pm 0,3$  % de la lluvia incidente en la parcela silvopastoril, y de  $3 \pm 0,27$  % en la forestal tradicional (Gráfico 2). Con lluvias menores a 2 mm, el agua que alcanzó el suelo moviéndose a través del tronco fue casi nula en ambas coberturas. Con precipitaciones mayores a dicho registro, el escurrecimiento fustal se incrementó en la parcela con mayor densidad. Esto se explica por el mayor número de árboles y, porque se asume que todos ellos canalizaron el agua de igual manera que los ejemplares dominantes seleccionados. Los intervalos de confianza de las pendientes de las curvas de regresión fueron [309,5-373,3] y [392,8-465,4] para el manejo silvopastoril y sin manejo silvopastoril, respectivamente. Las pendientes difirieron significativamente entre ambos tratamientos.



**Gráfico 2.** Escurrecimiento fustal registrado con manejo silvopastoril (--) y sin manejo silvopastoril (.....).

### Intercepción

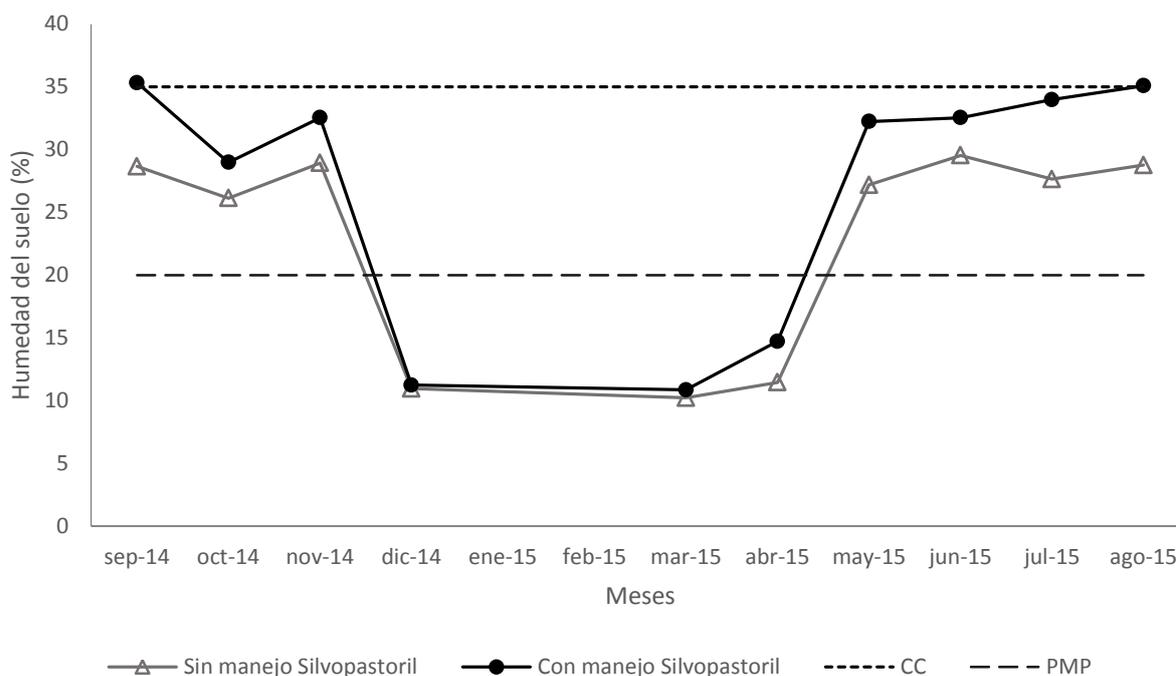
El agua que se perdió desde el dosel de los árboles fue siempre menor con el manejo silvopastoril. La pérdida por intercepción fue de  $14 \pm 1 \%$  para el manejo silvopastoril y de  $22 \pm 2 \%$  para la parcela forestal tradicional (Gráfico 3). Para ambos tratamientos, en lluvias de poca magnitud el porcentaje de intercepción fue mayor. A medida que las precipitaciones fueron más abundantes, el porcentaje de intercepción disminuyó, tendiendo a cero, pues el dosel se encontraba saturado y con poca capacidad de seguir almacenando agua.



**Gráfico 3.** Intercepción calculada con manejo silvopastoril (--) y sin manejo silvopastoril (.....).

### Contenido de agua en el suelo

A lo largo del año (marzo a diciembre,  $n=19$ ), el contenido de agua en el suelo fue significativamente mayor en el sistema silvopastoril ( $24,2 \pm 2,5\%$ ) que en el manejo forestal ( $20,9 \pm 2,1\%$ ). Sin embargo, durante la estación seca la diferencia tendió a disminuir, y el contenido de humedad a los 50 cm se mantuvo por debajo del punto de marchitez permanente (PMP) en ambos manejos (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Contenido de humedad del suelo con manejo silvopastoril y sin manejo silvopastoril.

## Discusión y Conclusión

Los resultados demuestran que el ingreso de agua al suelo es mayor en los sistemas silvopastoriles, ya que recibe mayor precipitación directa y tiene menor pérdida por interceptación que en un manejo forestal tradicional. Esto se tradujo en un mayor contenido de humedad edáfica en la parcela con manejo silvopastoril, fundamentalmente durante la época de lluvias. Si bien el mayor ingreso de agua al suelo implica una mayor disponibilidad de agua para las especies forrajeras que componen el sistema, este efecto parece diluirse luego de varios días sin lluvia. Este trabajo constituye un caso de estudio, y es necesario profundizar en la temática a fin de establecer pautas de manejo en sistemas silvopastoriles que permitan asegurar el desarrollo del componente forrajero.

## Bibliografía Citada

- Buduba CG. 2006. Modificaciones en el pH y contenido de materia orgánica en suelos del ecotono estepa / bosque andino patagónico por implantación de pino ponderosa. Tesis doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 176 pp.
- Crockford RH, Johnson ME. 1983. Some errors in the measurement of precipitation, throughfall and stemflow and the implications for estimation of interception. Hydrology and Water Resources Symposium, Hobart, Tasmania. Conference Publication No. 86/13. Institute of Engineers: Australia: 236 - 242.
- Ford E, Deans J. 1978. The effects of canopy structure on stemflow, throughfall and interception loss in a young sitka spruce plantation. Journal of Applied Ecology 15: 905 – 917.
- Huber A, Oyarzún C. 1983. Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* (D. Don.). Bosque 5: 1 – 11.
- Huber A, Oyarzún C. 1984. Factores reguladores de la interceptación en un bosque adulto de *Pinus radiata* (D. Don). Bosque 5: 59 – 64.
- Oyarzún CE, Huber AW, Vásquez SG. 1985. Balance hídrico en tres plantaciones de *Pinus radiata*. I: Redistribución de las precipitaciones. Bosque 6: 3 – 14

## Efecto de la densidad sobre el crecimiento en un rodal de pino ponderosa y pino Jeffrey en Neuquén: resultados de 17 años de manejo

Hector E. Gonda<sup>1,2\*</sup>, Gustavo O. Cortés<sup>3</sup>, José O. Bava<sup>1,2</sup>, Gabriel Loguercio<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CIEFAP; <sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB; <sup>3</sup> Dirección de Bosques de Tierra del Fuego

\* Autor de correspondencia: hgonda@ciefap.org.ar

### Resumen

El pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) es la conífera exótica de rápido crecimiento más plantada en el norte de la Patagonia andina con fines industriales. Para planificar los raleos el productor debe conocer cómo afecta la densidad al crecimiento, tanto a nivel de rodal como individual. El presente trabajo describe los principales resultados de un ensayo de raleo instalado en 1999 en un rodal mixto de 20 años de edad de pino ponderosa y pino Jeffrey (*Pinus jeffreyi*), en un sitio de calidad media-alta (clase de sitio II, índice de entrenudos: 3,5 m, índice de sitio: 14,8 m) en el Valle de Meliquina, Neuquén. El ensayo incluye dos repeticiones de cuatro rangos de densidad relativa definidos en términos del índice de Densidad Relativa de Reineke: testigo, sitio totalmente ocupado, crecimiento libre, y un estado intermedio entre estos dos últimos. Las parcelas tenían 2.500 m<sup>2</sup> y los datos se procesaron mediante un análisis de medidas repetidas univariado, considerando el ensayo equivalente a un experimento completamente al azar de parcelas partidas, donde cada intervalo de tiempo se trató como una subparcela. Los rangos de densidad produjeron un fuerte efecto sobre el crecimiento en diámetro, área basal y volumen. El testigo alcanzó 850 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> y un crecimiento corriente de casi 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Las densidades más baja y media registraron un crecimiento promedio anual en diámetro de 1,9 cm y 1,4 cm respectivamente. El crecimiento medio anual en volumen por unidad de superficie continuó aumentando en todos los tratamientos, lo que demuestra que aún no se ha alcanzado la máxima productividad. Dado que ambas especies de pino respondieron de manera similar a los tratamientos, los resultados del ensayo se podrían extrapolar a rodales puros de pino ponderosa. En otros dos trabajos presentados en estas mismas jornadas se describen la calidad de la madera y la riqueza, composición y abundancia de la mesofauna del suelo, la vegetación del sotobosque, los insectos, y el espesor del colchón de acículas de los distintos tratamientos.

**Palabras clave:** Patagonia, densidad relativa, raleo.

### Introducción

El pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) es la especie exótica más importante en la Patagonia andina, representando por lo menos un 70% de la superficie de los bosques industriales implantados en la región. Para decidir que rango de densidad es el más conveniente para las plantaciones es necesario conocer el efecto de la densidad sobre el crecimiento del rodal, tanto por unidad de superficie como por árbol. Una de las maneras de cuantificar el efecto de la densidad sobre el crecimiento del bosque es instalando ensayos de raleo. Este trabajo describe los principales resultados de un ensayo de raleo instalado en la provincia de Neuquén en un rodal mixto de pino ponderosa y pino Jeffrey (*Pinus jeffreyi*) hace 17 años. Se asume que los resultados del ensayo son aplicables a rodales puros de pino ponderosa dado que ambas especies respondieron de manera similar a los tratamientos, y en su lugar de origen en el oeste de los Estados Unidos, se utilizan los mismos criterios de manejo para ambas especies (Hallin 1957, Oliver 1979).

### Materiales y Métodos

El ensayo se instaló en el año 1999 en un rodal mixto de pino ponderosa y pino Jeffrey de 20 años de edad y 4,5 hectáreas de superficie, propiedad de la estancia Santa Lucía, en el valle del río Meliquina, 45 km al sur-oeste de la ciudad de San Martín de los Andes, Neuquén. Se seleccionó un rodal mixto porque los rodales puros de pino ponderosa no cumplían con alguno de los requisitos deseados para el estudio tales como superficie, homogeneidad en términos de calidad de sitio y densidad, etc. La

profundidad efectiva del suelo superaba los 1,5 m y la precipitación anual es de aproximadamente 1.000 mm año<sup>-1</sup>.

Los tratamientos se definieron en función de la densidad relativa porque tiene la ventaja de ser independiente de la edad y la calidad de sitio, y entre las numerosas expresiones existentes se escogió el índice de densidad de Reineke (IDR) por ser el más conocido en la Patagonia (Andenmatten et al. 1995, Gonda & Rechene 1993) y dado su simplicidad es el más comúnmente utilizado en el oeste de USA, lugar de origen del pino ponderosa (Long 1985, Long y Daniel 1990, Oliver 1997). Se utilizó la versión simplificada del IDR (Daniel & Sterba 1980), empleando el sistema métrico, con un diámetro cuadrático medio (DCM) de referencia de 25 cm, y la pendiente (1,7653) propuesta para rodales de pino ponderosa en el oeste de USA (Cochran 1992, Cochran & Barret 1993).

$$\text{IDR} = \text{número de árboles/ha} * (\text{DCM}) / 25)^{1,7653}$$

Se definieron cuatro tratamientos, un testigo y tres rangos de IDR que se mantuvieron mediante la ejecución de raleos periódicos. Estos rangos se determinaron en función de valores correspondientes a estados de población y competencia según lo propuesto por Long (1985) para varias coníferas del oeste de Estados Unidos, incluido el pino ponderosa.

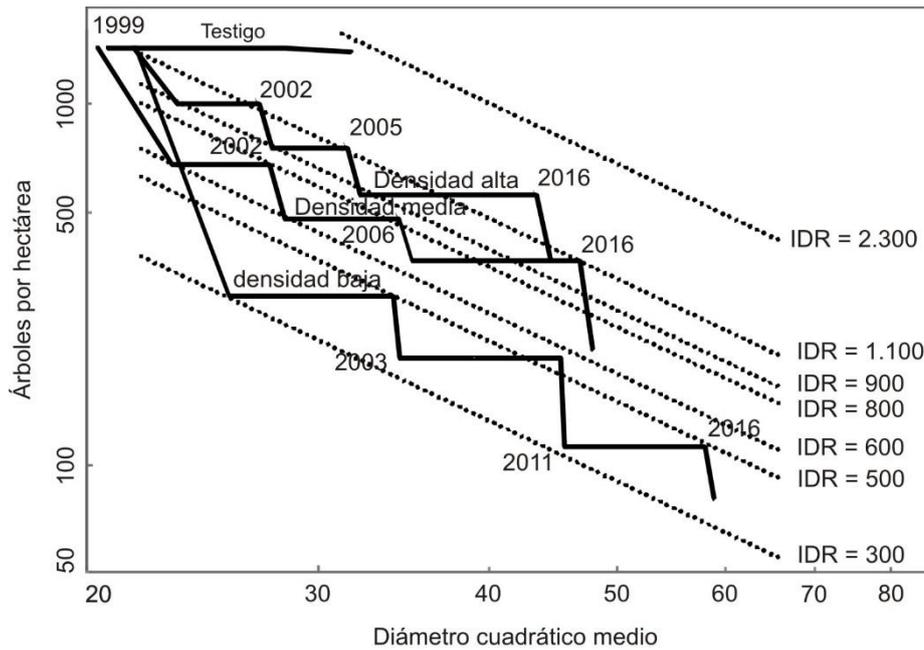
1. Testigo. Permite estimar con qué densidad empieza a observarse mortandad y en el futuro cuál es la densidad máxima de la especie en la región; estudios preliminares sugieren que esta última llegaría a un IDR de 2300.
2. Densidad alta: IDR = 900 – 1100. Por encima de un IDR de 900 se asume que el sitio comienza a estar completamente poblado, o sea a partir de un 35% del IDR máximo (Long 1985). Por lo tanto se espera que este tratamiento produzca un crecimiento similar al del testigo, pero con un número muy inferior de árboles por hectárea.
3. Densidad media: IDR = 600 – 800. El sitio no está completamente poblado, pero los árboles no crecen en forma libre debido a que existe competencia.
4. Densidad baja: IDR = 300 – 500. Los árboles crecen prácticamente como árboles aislados, ya que la competencia comenzaría a producirse cuando el IDR es superior a 500, o sea a partir de un 25% de la densidad máxima (Long 1985).

En las parcelas intervenidas se aplicó siempre un raleo por lo bajo, pero también se extrajeron árboles dominantes, codominantes e intermedios de mala calidad. El ensayo consta de 8 parcelas cuadradas de 50 m de lado con dos repeticiones de los cuatro tratamientos dispuestos totalmente al azar. Cada parcela está rodeada de una bordura de 10 metros de ancho donde se aplicó el mismo tratamiento. Se realizó un análisis de medidas repetidas univariado, considerando el ensayo equivalente a un experimento completamente al azar de parcelas partidas, donde cada intervalo de tiempo se trató como una subparcela (Von Ende 1993, Curtis & Marshall 1986). Las diferencias entre los distintos niveles de densidad se identificaron aplicando el método de Tukey.

El ensayo se midió todos los años excepto entre el 2008 y el 2016. En las parcelas testigo el diámetro a 1,3 m de altura (DAP) se midió en una muestra permanente de 80 árboles y en el resto de las parcelas en todos los individuos. La altura se midió en una muestra de por lo menos 12 árboles por parcela y para los otros individuos se calculó con los parámetros de una ecuación no lineal que se ajustó para cada parcela (Gonda et al. 2004). El volumen de cada árbol se estimó con una ecuación de volumen regional ajustada para la provincia de Neuquén (Gonda et al. 1998).

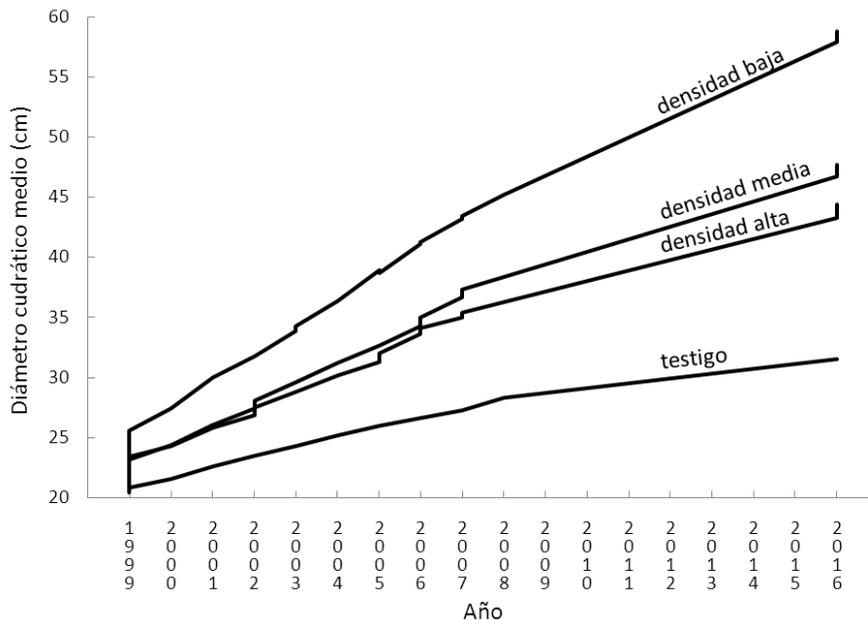
#### Resultados

Debido a problemas logísticos se produjo un atraso en la ejecución del último raleo de los tratamientos de densidad media y alta. Esto determinó que se desarrollaron a una densidad superior a la propuesta durante un tiempo (Figura 1), haciendo que los crecimientos por unidad de superficie hayan sido mayores y los registrados a nivel de árbol individual menores a lo supuesto.



**Figura 1.** Diámetro cuadrático medio y número de árboles por hectárea de cada tratamiento entre 1999 y 2016 (líneas sólidas). Se incluyen los límites de los rangos de densidad estudiados en términos del índice de densidad de Reineke (IDR) (líneas discontinuas) y los años en que se ejecutaron raleos. Los ejes están expresados en escala logarítmica.

En el momento de la instalación del ensayo la estructura de las parcelas era sumamente homogénea. Se detectaron diferencias en el diámetro partir del primer año de establecido el ensayo entre todos los tratamientos ( $p < 0,001$ ), excepto entre las densidades alta y la media. También se detectaron diferencias en el patrón de crecimiento, (interacción densidad x tiempo). El promedio del crecimiento anual en diámetro para el periodo estudiado fue de 0,6, 1,2, 1,4 y 1,9 cm, siendo mayor para los tratamientos menos densos (Figura 2). En el caso de los 200 árboles más gruesos por hectárea se detectaron diferencias en la interacción densidad x tiempo, ( $p < 0,001$ ) pero no en cuanto a la densidad por sí sola. Las diferencias de la interacción se produjeron desde la primera temporada de crecimiento.



**Figura 2.** Diámetro cuadrático medio de los cuatro tratamientos entre 1999 y 2016.

El crecimiento corriente anual en área basal para el periodo estudiado fue de 3,5, 3,0, 2,7 y 1,3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, siendo mayor para los tratamientos más densos. Se detectaron diferencias de área basal a partir del primer año de establecido el ensayo entre todos las densidades ( $p < 0,001$ ), excepto entre las densidades media y alta. También se detectaron diferencias en el patrón de crecimiento, (interacción densidad x tiempo). En el caso de los 200 árboles más gruesos por hectárea se detectaron diferencias en la interacción densidad x tiempo ( $p < 0,001$ ), pero no en cuanto a la densidad por sí sola.

En cuanto al volumen, el crecimiento medio del testigo continúa aumentando; al comienzo del ensayo era de 9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, al promediar el mismo era 17 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, y en 2016 alcanzó los 23 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Esto demuestra que a los 37 años de edad, con un volumen en pie de 840 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, el rodal aún está lejos de alcanzar el máximo incremento leñoso. El crecimiento medio de los otros tres tratamientos fue de 19, 16 y 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; a menor densidad menor crecimiento. El crecimiento corriente anual para el periodo estudiado fue de 38, 28, 25 y 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, siendo mayor para los tratamientos más densos. Se detectaron diferencias de volumen a partir del primer año de establecido el ensayo entre todos los tratamientos ( $p < 0,001$ ), excepto entre las densidades media y alta, y en el patrón de crecimiento (interacción densidad x tiempo). En el caso de los 200 árboles más gruesos por hectárea se detectaron diferencias en la interacción densidad x tiempo ( $p < 0,001$ ) pero no en cuanto a la densidad por sí sola. No hubo diferencias entre las alturas medias y dominantes entre los distintos tratamientos, todos alcanzaron un valor de entre 20 y 22 metros.

#### Discusión y conclusiones

El crecimiento en volumen aumenta fuertemente a partir de los 20 años, cuando el árbol alcanza un tamaño a partir del cual los nuevos anillos representan volúmenes de madera considerables. Por lo tanto no tiene mucho sentido definir la productividad de este tipo de plantaciones en términos de crecimiento corriente, e incluso promedio, sin mencionar la edad del mismo.

Las parcelas testigo comenzaron a presentar árboles muertos por competencia cuando alcanzaron un IDR de 1.600. Teniendo en cuenta que la mortandad tiende a aparecer cuando el rodal alcanza aproximadamente el 60% de la densidad máxima (Long 1985), esta superaría los 2.500, bastante por encima de 2.300, el valor estimado hasta el día de hoy.

Con plantaciones muy abiertas, por ejemplo con sistemas silvopastoriles, sería posible lograr un crecimiento anual en diámetro de unos 2 cm. Sin embargo es posible lograr crecimientos de 1,5 cm manteniendo densidades que permitan obtener un importante volumen comercial por unidad de superficie. Por ejemplo, para llegar a la corta final con un DCM de 50 cm, manteniendo una densidad baja, se podrían obtener 150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, repartidos en 150 árboles, en 25 años, más 42 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de dos raleos. Por otro lado, manteniendo una densidad media se producirían 310 m<sup>3</sup>/ha, repartidos entre 235 árboles, en 33 años, más 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de tres raleos. En ambos casos el primer raleo se haría cuando el DCM llega a los 30 cm.

**Agradecimientos:** Los autores desean agradecer especialmente la total colaboración brindada por el administrador de la estancia Santa Lucía, Ing. Forestal Thomas Retschizegger. La GTZ proveyó los fondos que hicieron posible la instalación del ensayo y el Proyecto Forestal de Desarrollo y el ente interjurisdiccional CIEFAP financiaron las mediciones posteriores.

#### Bibliografía citada

Andenmatten E, Rey M, Letourneau FJ. 1995. Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) Índice de densidad de Reineke para la región Andino-Patagónica. Actas IV Jornadas Forestales Patagónicas, Septiembre 1995. pp 229-233.

- Cochran PH. 1992. Stocking levels and underlying assumptions for uneven-aged ponderosa pine stands. USDA. Forest. Service. Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon. Research Note PNW-RN-509. 10 p.
- Cochran PH, Barrett JW. 1993. Long-term response of planted ponderosa pine to thinning in Oregon's Blue Mountains. *Western Journal of Applied Forestry*. 8(4):126-132.
- Curtis RO, Marshall DD. 1986. Levels-of-growing-stock cooperative study in Douglas-fir: report N° 8. USDA. Forest. Service. Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon. PNW-356. 118 p.
- Daniel TW, Sterba H. 1980. Zur ansprache der bestandesdichte. *Allgemeine Forstzeitung* 91:155-157.
- Gonda HE, Maguire DA, Cortés GO, Tesch SD. 2004. Stand-Level height-diameter equations for young ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina: Evaluating applications of equations developed in the western United States. *Western Journal of Applied Forestry*, (19) 3:202-210.
- Gonda HE, Marshall DD, Cortés GO, Tesch SD. 1998. Tree volume equations for unthinned young-growth ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina. A comparison with equations developed in the western United States. 50-82. En: *Height-diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in Neuquén, Patagonia, Argentina*. Gonda's Ph.D. tesis doctoral, College of Forestry, Forest Resources Department, Oregon State University, USA. 198 p.
- Gonda HE, Rechene DC. 1993. A crop plan for the production of sawlogs and veneer from naturally regenerated nothofagus pumilio forest on medium quality sites in Chubut province, Argentina. En: *International symposium on system analysis and management decisions in forestry*. 9-12 de Marzo. Universidad Austral. Valdivia. Chile. p 14-23.
- Hallin WE. 1957. Silvical characteristics of Jeffrey pine. USDA. Forest Service. Forest and Range Experiment Station. Berkeley. California. Technical Paper 17. 11 p.
- Long JN. 1985. A practical approach to density management. *Forestry Chronicle*. p 23-27.
- Long JN, Daniel TW. 1990. Assesment of growing stock in uneven-aged stands. *Western Journal of Applied Forestry*. 5(3):93-96.
- Oliver WW. 1979. Fifteen-year growth patterns after thinning a ponderosa-Jeffrey pine plantation in Northeastern California. USDA. Forest. Service. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. Berkeley, California. Research Paper PSW-141. 10 p.
- Oliver WW. 1997. Twenty-five-year growth and mortality of planted ponderosa pine repetedly thinned to different stand densities in Northern California. *Western Journal of Applied Forestry*. 12(4):122-130.
- Von Ende CN. 1993. Repeated-measures analysis: growth and other time-dependent measures. Pp. 113-137. En Scheider S.M. y J. Guretich editores. *Design and analysis of ecological experiments*. Chapman and Hall. 445 p.

## Monitoreo de rodales mixtos de raulí, roble pellín y coihue bajo manejo

Marcelo González Peñalba<sup>1\*</sup>, Alejandro Martín Lara<sup>1</sup>, Liliana G. Lozano<sup>1</sup>, Carlos G. Clerici<sup>1</sup>,  
Marcelo M. Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área Forestal, Departamento de Conservación y Manejo, Parque Nacional Lanín

\*Autor de correspondencia: [forestallanin@apn.gov.ar](mailto:forestallanin@apn.gov.ar)

### Resumen

Los bosques mixtos de raulí (*Nothofagus nervosa*), roble pellín (*N. obliqua*) y coihue (*N. dombeyi*) que existen en la Argentina se encuentran en el suroeste de la Provincia del Neuquén, y los rodales sometidos a manejo se limitan a la Zona Lácar de la Reserva Nacional Lanín. El equipo técnico forestal del Parque Nacional Lanín comenzó a instalar en 1988 un sistema de monitoreo que en la actualidad cuenta con 30 parcelas de muestreo permanente, 25 de las cuales cuentan con más de 15 años de seguimiento. Las parcelas se remiden quinquenalmente y están distribuidas en cuatro planes de manejo forestal, los que abarcan unas 1.000 hectáreas boscosas. El monitoreo continuo ha permitido registrar los crecimientos en bosques maduros y juveniles de los rodales bajo manejo, los cuales alcanzan valores que revelan una alta productividad. Sin embargo, considerando que la prioridad para los gestores de estos bosques es asegurar la sostenibilidad del recurso, se presta especial atención a los niveles de regeneración natural que se establecen como consecuencia de las intervenciones, así como a la recuperación del resto de las especies del sotobosque. En este sentido se han registrado importantes cantidades de renuevos de especies arbóreas. Esta tendencia general sólo se ve afectada en algunos rodales en los que se indujo el ingreso de ganado en forma clandestina. Se presenta un reporte unificado del sistema de monitoreo, exponiendo resultados actualizados y su correspondiente análisis.

**Palabras clave:** parcelas permanentes, crecimiento, regeneración.

### Introducción

El Parque Nacional Lanín alberga la mayoría de los bosques de la zona sur de la Provincia del Neuquén. Entre ellos destacan, por su productividad y calidad de maderas, los bosques mixtos de raulí (*Nothofagus nervosa*), roble pellín (*N. obliqua*) y coihue (*N. dombeyi*). El aprovechamiento de los mismos se remonta a principios del siglo XX; si bien entre las décadas del '40 al '60, época de auge de la actividad extractiva, se realizaron inventarios forestales, lo común era que no existieran prescripciones silviculturales acordes al tipo de bosques involucrados. Además, los mencionados estudios dasométricos normalmente no se traducían en planificaciones en tiempo y espacio. Luego de una interrupción producida en las décadas del '70 y el '80, hacia fines de esta última se retoma la actividad maderera. En ese momento resultó un punto destacado de la nueva política forestal implementada en el Parque, el hecho de fijar como requisito para la realización de la actividad, el de la efectiva elaboración y seguimiento de Planes de Manejo. Paralelamente, la Administración de Parques Nacionales comenzó a desarrollar proyectos propios e interinstitucionales de investigación para aumentar el escaso conocimiento que se tenía sobre la dinámica de las especies forestales, teniendo como objetivo final lograr un manejo adecuado de las mismas (Chauchard & González Peñalba 2008). En ese marco, el equipo técnico forestal del Parque Nacional Lanín fue elaborando los sucesivos planes de manejo forestal e instalando progresivamente un sistema de monitoreo basado en parcelas de muestreo permanente. En 1988 se inició la ejecución del Plan de Manejo Forestal "Chachín". A este Plan lo sucedieron otros tres, distribuidos en las cuencas de los Lagos Lácar y Nonthué: "Quilanhue", "Yuco Alto" y "Nonthué", los que representan una superficie total bajo manejo de aproximadamente 1.000 hectáreas.

Los rodales que se incorporan al manejo son maduros, con edades de entre 100 y 250 años. Estos rodales, y por ende las parcelas permanentes de monitoreo, están ubicados en altitudes de entre 700 a 1.050 m s.n.m. El Sistema Silvicultural aplicado es el de Cortas de Protección o Aclareos Sucesivos, pues imita en cierta medida a la dinámica natural de las especies bajo manejo. Dado que

predominan fustales altos y oquedales, se prescriben mayormente cortas reproductoras, primero diseminatorias y luego secundarias. Los patrones de aplicación de estos tratamientos responden a la consideración de una serie de factores, entre los que se destaca la cobertura remanente (de una magnitud tal que favorezca la instalación de regeneración natural bajo la protección de la masa que queda en pie). Cuando la estructura está determinada por la combinación de fustales altos y bajos, se prescriben cortas preparatorias, última corta intermedia del Sistema, cuyo objetivo es el de mejorar las condiciones futuras de los rodales para la posterior aplicación de cortas reproductoras.

Si bien la producción de madera es alta, y normalmente justifica la inversión para acceder al manejo, se considera prioritario promover y manejar la regeneración natural del bosque. El período de regeneración para el sistema silvicultural aplicado se estima en 25 años. La meta silvicultural para ese período es la instalación de un mínimo de 2.500 renovalos/ha de más de 2 metros de altura.

El objetivo principal de este trabajo es el de presentar un reporte unificado del sistema de monitoreo implementado, exponiendo resultados actualizados y su correspondiente análisis.

### **Materiales y Métodos**

Las parcelas permanentes se encuentran distribuidas en cuatro planes de manejo forestal. Los rangos de dicha distribución son 71° 38' a 71° 26' longitud Oeste y 40° 07' a 40° 10' latitud Sur. Las ubicaciones de las parcelas en cada plan fueron determinadas en función de la representatividad estructural de los rodales a intervenir. El número total de parcelas es de 30 y fueron instaladas entre 1988 y 2010. Las mediciones son realizadas normalmente cada cinco años.

Sobre bosques maduros se instalaron 22 parcelas, siendo sus tamaños de entre 500 a 2.700 m<sup>2</sup>. Luego de la instalación se aplican los tratamientos correspondientes, los que son definidos a través de las marcaciones silvícolas que se realizan cada año.

Si bien en estos bosques predominan las estructuras maduras, se procuró empezar a obtener, a través de ensayos, información sobre manejo de estructuras juveniles. Para ello se instalaron 8 parcelas permanentes de 100 ó 200 m<sup>2</sup> en bosquetes con estructura latizal, parte de las cuales se sometieron a raleos, reservando el resto como testigo. Los raleos aplicados fueron del tipo libre, cuyo objetivo es liberar de competencia a los árboles cosecha, dejando el resto del rodal sin ralear. La designación árboles cosecha o plus, hace referencia a los individuos que, por sus características superiores, en alguna de las futuras intervenciones silvícolas proveerán material de mayor valor relativo. Sobre el estrato inferior prácticamente no se realizan cortas ya que la presencia de estos individuos favorece la formación de buenos fustes sin ramas laterales; además no se justifica desde el punto de vista económico y operativo (González Peñalba & Lara 2012).

Se mide el diámetro a 1,3 m de altura (dap) de todos los individuos arbóreos mayores a 10 centímetros (5 centímetros en latizales) y los mismos se identifican con chapita numerada. Se estima el porcentaje de cobertura de dosel y también se registran altitud, pendiente, exposición y otros datos descriptivos del sitio.

El seguimiento de la regeneración natural se realiza en las parcelas sobre las que se aplicaron cortas reproductoras; en las mismas se distribuyen ocho subparcelas de entre 1 a 4 m<sup>2</sup>, según sea el tamaño de la parcela mayor, de modo de muestrear aproximadamente un 2 % de la superficie total. Allí se registran, agrupados por especie y clase de altura, todos los individuos de especies arbóreas de menos de 10 cm de dap.

Raulí y roble pellín poseen capacidad de rebrote de tocón, por lo que también se registra este tipo de regeneración. En cada medición se cuenta el número de rebrotes por tocón, clasificándolos por su estado en sano o alterado (por ramoneo, daño físico o enfermedad). Para tener noción del grado de desarrollo y del vigor de los rebrotes se seleccionan los dos mejores de cada tocón y se les mide altura total, y cuando ésta supera el 1,3 m, se comienza a registrar el dap. Se considera como mejores a los dos rebrotes más largos y sin alteraciones.

A partir de los datos registrados en las parcelas se determinan, para cada especie y para el total, los siguientes parámetros dasométricos: frecuencia, área basal, diámetro cuadrático medio y volumen total. Se calculan los crecimientos en diámetro y volumen total, y la tasa porcentual de crecimiento en volumen total. Este última resulta de calcular el porcentaje anual de volumen que se acumula a partir del valor inicial; este valor inicial es el volumen total que queda en pie tras las cortas.

Para los cálculos de volumen se utilizan las ecuaciones que siguen (Chauchard et al. 2005).

Raulí y roble pellín, vt [m<sup>3</sup>] = 0,043925 – (0,013411 x dap [cm]) + (0,001346 x dap<sup>2</sup> [cm])

Coihue, vt [m<sup>3</sup>] = 0,05492 – 0,01665 dap [cm] + 0,00157 dap<sup>2</sup> [cm]

El procesamiento de los parámetros estructurales, así como los de crecimiento y regeneración, se realizan por medio de planilla de cálculo Excel.

## Resultados

Para estructuras con fases de desarrollo fustal alto - oquedal, y que como tales fueron sometidas a cortas reproductoras, se presentan en la Tabla 1 los valores promedio registrados en parámetros de densidad (frecuencia, área basal y volumen total), diámetro cuadrático medio y cobertura de dosel. Se consideran los valores de 19 parcelas. En las 3 restantes, que presentan estructura fustal, se aplicaron cortas preparatorias, resultando en los parámetros que se exponen en la Tabla 2.

**Tabla 1:** Parámetros estructurales promedio de 19 parcelas sometidas a cortas reproductoras en bosques mixtos de raulí, roble pellín y coihue situados en las cuencas de los Lagos Lácar y Nonthué.

originales					post cortas				
frec. (n°arb/ ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	dap medio (cm)	vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	cob. dosel (%)	frec. (n°arb/ ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	dap medio (cm)	vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	cob. dosel (%)
288	54	49	796	83	158	29	49	436	48

**Tabla 2:** Parámetros estructurales promedio de 3 parcelas sometidas a cortas preparatorias en bosques mixtos de raulí, roble pellín y coihue situados en las cuencas de los Lagos Lácar y Nonthué.

originales					post cortas				
frec. (n°arb/ ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	dap medio (cm)	vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	cob. dosel (%)	frec. (n°arb/ ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	dap medio (cm)	vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	cob. dosel (%)
590	47	32	590	93	333	30	34	390	73

En la Tabla 3 se presentan los valores promedio de crecimiento diamétrico y en volumen total y como tasa porcentual en volumen total, registrados en las 22 parcelas permanentes de bosque maduro que fueron sometidas a las intervenciones antes mencionadas. Los períodos de medición considerados son de entre 5 a 26 años.

**Tabla 3:** Crecimiento corriente diamétrico y en volumen total y tasa porcentual de crecimiento en volumen total, promedio de 22 parcelas de bosque maduro.

Dap (cm/año)	volumen total (m <sup>3</sup> /ha/año)	volumen total (%/año)
0,36	5,8	1,4

En la Tabla 4 se consignan los valores promedio de regeneración por semilla en las 17 parcelas donde se aplicaron cortas reproductoras y que cuentan con remediciones de regeneración por períodos de

entre 15 a 26 años. Vale decir que no se incluyen las 3 parcelas sometidas a cortas preparatorias ni las 2 parcelas a las que se aplicaron cortas reproductoras, pero que tienen períodos de remediación relativamente cortos como para evaluar regeneración. Los datos se agrupan por clases de altura inferior y superior a 2 metros.

**Tabla 4:** Valores promedio de regeneración por semilla registrados en 17 parcelas permanentes sometidas a cortas reproductoras.

n°ind/ha < 2 m. altura	n°ind/ha > 2 m. altura	n° ind/ha total
4.963	5.735	10.698

Las parcelas donde no se está cumpliendo con los objetivos numéricos de regeneración por semilla son 5 de las 17 consideradas, y se corresponden con rodales en los que ha habido uno o más factores limitantes; en 3 de ellas el factor limitante es la presencia de ganado de pobladores vecinos; este ingreso de ganado es inducido en forma clandestina y normalmente limitado a principios de la primavera, época en la se agotan las invernadas y no están aún aptas las zonas de veranada. Otro factor limitante detectado es el de coberturas altas de dosel post cortas.

En la Tabla 5 se exponen los valores promedio registrados de la regeneración por rebrotes en las 18 parcelas que cuentan con individuos apeados de raulí y/o roble pellín, y con mediciones por períodos superiores a los 15 años. Se presentan los números promedio de rebrotes sanos y alterados registrados en la primera medición de los rebrotes, la que normalmente se realiza a los 5 años de las cortas, así como los de la última medición realizada, de modo de apreciar la evolución en la cantidad y estado de los mismos.

**Tabla 5:** Porcentaje de tocones rebrotados y evolución del número y estado de los rebrotes registrados como promedio de 18 parcelas permanentes.

% tocones rebrotados	primera medición		última medición	
	n° rebrotes sanos/tocón	n° rebrotes alterados/ toc.	n° rebrotes sanos/tocón	n° rebrotes alterados/ toc.
67,1	6,5	16,9	3,4	7,4

En la Tabla 6 se presentan las dimensiones promedio alcanzadas en las 18 parcelas permanentes por los dos mejores (por estado y longitud) rebrotes por tocón existente en las mismas, y el promedio del crecimiento anual de la altura de dichos rebrotes.

**Tabla 6:** Promedios de dap y altura de los dos mejores rebrotes por tocón y promedio del crecimiento anual en altura de los mismos, registrados en 18 parcelas permanentes.

dap mejores rebrotes (cm)	altura mejores rebrotes (m)	crecim. altura mejores rebrotes (m/año)
5,3	5,9	0,36

Para bosquetes con estructura predominantemente latizal, los valores promedio registrados de frecuencia, diámetro medio y volumen total, pre y post raleos, se presentan en la Tabla N°7. El rango de edades promedio de los árboles de las parcelas al momento de aplicarse los raleos era de 43 a 57 años.

**Tabla 7:** Parámetros promedio de frecuencia y diámetro medio de 6 parcelas sometidas a raleos.

originales				post cortas			
frec. (n°arb/ ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	dap medio (cm)	vol. total (m <sup>3</sup> /ha)	frec. (n°arb/ ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	dap medio (cm)	vol. total (m <sup>3</sup> /ha)
2.967	38	12,8	321	2.358	27	12,1	220

En la Tabla 8 se presentan los valores de crecimiento registrados para períodos de entre 10 a 15 años, en las parcelas sometidas a raleos versus las parcelas testigo; se incluyen los registros de crecimiento diamétrico del conjunto de los árboles de la parcela, así como particularmente de los que pertenecen al estrato superior, vale decir dominantes y codominantes.

**Tabla 8:** Crecimiento corriente diamétrico y en volumen total, y tasa porcentual de crecimiento en volumen total en bosquetes juveniles, promedio de seis parcelas sometidas a raleo versus dos parcelas testigo.

parcelas	dap (cm/año)	dap estrato superior (cm/año)	volumen total (m <sup>3</sup> /ha/año)	volumen total (%/año)
raleadas	0,24	0,42	13	8,7
testigo	0,16	0,25	6,7	2,9

## Discusión

Los parámetros promedio originales registrados en el conjunto de 22 parcelas permanentes que contienen bosques maduros, resultan coherentes con la información generada en las casi 500 parcelas temporales medidas como parte de los inventarios forestales correspondientes a los cuatro planes de manejo forestal mencionados en la Introducción. Obviamente, el mayor valor del sistema de monitoreo se refleja en el registro de los parámetros consecuencia de los tratamientos aplicados y en el seguimiento de la reacción de los rodales intervenidos, tanto en términos de crecimiento de las estructuras remanentes como en las características del proceso de regeneración.

Es posible entonces observar en los resultados contenidos en las primeras dos tablas los efectos provocados por las cortas reproductoras y por las cortas preparatorias, sobre estructuras de fustal alto-oquedal y sobre fustales, respectivamente. Las cortas reproductoras, que es el tratamiento más extendido a nivel de superficie, resultan en intensidades de corta en términos de densidad del orden del 45 %. Los rendimientos volumétricos son altos y la cobertura de dosel, patrón principal del tratamiento, se reduce en promedio a un 48 %.

La reacción del bosque remanente en términos de crecimiento se expresa en los valores presentados en la Tabla 3. De todos modos, tratándose de masas maduras, mayormente en fases de desarrollo de envejecimiento, el principal propósito de los tratamientos aplicados es el de favorecer la instalación de una segunda generación en adecuadas condiciones de protección y disponibilidad de nutrientes y luz. Al respecto, son destacables los valores registrados de regeneración por semilla, los que mayormente superan las metas pre establecidas, tanto en número como en tamaño. Vale decir que, con la excepción de algunos sitios de los planes de manejo forestal donde la regeneración se vio limitada principalmente por presencia de ganado, se está asegurando la sostenibilidad del recurso y por ende la continuidad de su manejo.

En cuanto a la regeneración a partir de tocones se aprecia en los resultados que es alta la proporción de los mismos que presentan rebrotes vivos. Por otro lado se advierte la importante incidencia de alteraciones; estas se deben principalmente a la fuerte competencia que se establece entre los rebrotes de cada tocón, la que determina la progresiva pérdida de vigor y mortalidad de la mayoría de ellos. En consecuencia, luego de periodos de entre 15 a 25 años, el número promedio de rebrotes sanos no llega a 4 por tocón. Esto evidencia que hubiese sido conveniente haber realizado un manejo extensivo de rebrotes, de forma tal de anticiparse al proceso de competencia. De tal modo, en caso

de poder disponer de los medios como para realizar un manejo de monte medio, sería deseable un primer raleo favoreciendo a tres o cuatro rebrotes destacados en el período de entre 5 a 10 años posteriores a la corta; idea que se ve también justificada por el buen crecimiento que presentan los mejores rebrotes.

Respecto a la parte del sistema de monitoreo instalada sobre estructuras juveniles, y que a modo de ensayo fueran sometidas a raleos, cabe destacar que los parámetros originales y post cortas expuestos en la Tabla 7, reafirman la intencionalidad de dichas cortas. Vale decir que no hay reducciones drásticas en parámetros de densidad, puesto que las extracciones se dirigen principalmente a disminuir la competencia y por ende a estimular el crecimiento de los árboles con mayor potencial. Se aprecia que los crecimientos en volumen total son muy altos en términos absolutos; también lo son en términos relativos, lo que implica una importante acumulación de volumen tras los tratamientos. Asimismo es importante observar el crecimiento diamétrico de los individuos del estrato superior, el que supera notablemente al de los bosquetes no intervenidos.

Cabe señalar que en los trabajos anteriores sobre este mismo grupo de parcelas se comprobó la conveniencia de al menos un raleo previo, el cual debería haberse realizado antes de los 30 años de edad. Sin perjuicio de lo anterior, el monitoreo continuo de estas estructuras juveniles permite inferir que es conveniente realizarles cortas de conducción, incluso cuando hubiesen superado la edad ideal para la realización de las mismas. Respecto a los tratamientos se destaca que son de sencilla aplicación, pues es suficiente con reconocer los árboles con mayor potencial de desarrollo futuro y liberarlos de sus competidores directos; esto implica bajas intensidades de corta y la posibilidad de obtener material con cierto valor económico, como varas, postes y leña, a la vez que se aumenta considerablemente la productividad a futuro y se reduce el turno de corta.

### Conclusiones

La continuidad por más de un cuarto de siglo del sistema de monitoreo implementado, ha aumentado el conocimiento sobre la estructura y dinámica bajo manejo de los bosques mixtos de raulí, roble pellín y coihue, permitiendo por lo tanto mejorar la toma de decisiones. Los resultados del monitoreo demuestran que el manejo es ambientalmente sostenible, lo que contribuye a justificar su continuidad. En efecto, lo anterior implica un complemento imprescindible al hecho de que estas actividades productivas representan un aporte al desarrollo social y económico de las comunidades que viven dentro y en las cercanías de estos bosques.

Si bien el rol principal de los autores del presente trabajo es el de la gestión de los recursos forestales en jurisdicción del Parque Nacional Lanín, siendo por ende la investigación una actividad accesorio, la propia continuidad del manejo forestal y de su monitoreo, ha permitido sumar esfuerzos de investigación básica y aplicada por parte de otras personas e instituciones. Entre estas últimas se destacan la Universidad Nacional del Comahue y el INTA, a través de la Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal de la EEA Bariloche.

### Agradecimientos

Al Doctor Luis Mario Chauchard, por dar inicio y permanente impulso al monitoreo del manejo de estos bosques, y a todas aquellas personas que participaron en las sucesivas tareas de campo.

### Bibliografía Citada

- Chauchard L, González Peñalba M, Lara M. 2005. Familia de funciones de volumen individual para *Nothofagus nervosa*, *N. obliqua* y *N. dombeyi*. 3º Congreso Forestal Arg. y Latinoam., Corrientes.
- Chauchard L, González Peñalba M. 2008. Dos décadas de Planes de Manejo Forestal en bosques fiscales de la Reserva Nacional Lanín. Actas 2da Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia: 346-353.
- González Peñalba M, Lara M. 2012. Caracterización y Manejo de Latizales de Roble Pellín y Raulí. Revista Patagonia Forestal. Diciembre: 4-6.

## Bio-prospección de hongos y bacterias con actividad bio-controladora contra *Phytophthora austrocedri*

Jorge Ariel Marfetán <sup>1\*</sup>, Alina Greslebin <sup>2</sup>, Maria Laura Vélez <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de Protección Forestal, Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)-CONICET; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB-CONICET.

\* Autor de correspondencia: [amarfetan@ciefap.gov.ar](mailto:amarfetan@ciefap.gov.ar); [arieljmf@hotmail.com](mailto:arieljmf@hotmail.com)

### Resumen

*Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera) es una especie endémica de los bosques andino patagónicos de gran relevancia ecológica y muy valorada tanto por el uso comercial de la madera como por el uso turístico y recreativo de sus bosques. La mortalidad de *A. chilensis* causada por *Phytophthora austrocedri* (enfermedad conocida como mal del ciprés) es el principal problema sanitario de los bosques nativos de la Patagonia Andina. Para contrarrestar esta enfermedad se realizó una búsqueda de candidatos microbianos que, asociados a la raíz de *A. chilensis*, puedan controlar el patógeno, ya sea por su actividad antifúngica, o mediante la activación de los mecanismos de resistencia inducida en plantas. En otoño de 2016 se realizó una bioprospección de los microorganismos presentes en la rizósfera de árboles jóvenes y sanos de *A. chilensis* (menores a diez años), provenientes de sitios enfermos y sanos del Parque Nacional Los Alerces. Se tomaron muestras en distintos medios (PDA, PDA con antibiótico, St1, RBA) con el fin de aislar los hongos y las bacterias que pudieran estar presentes. Como resultado se obtuvo un total de 193 aislamientos, siendo 71 aislamientos bacterianos y 122 aislamientos fúngicos, sin encontrarse diferencias entre sitios sanos y enfermos. Los aislamientos obtenidos representan el 68,5% de la riqueza máxima teórica, calculada a partir de la ecuación de Clench. Los microorganismos con mayor frecuencia fueron los géneros bacterianos *Pseudomonas* (10 aislamientos) y los género fúngicos *Penicillium* (78 aislamientos) y *Monillia* (5 aislamientos). Dentro de los microorganismos hallados 4 especies bacterianas y 5 especies de *Penicillium* mostraron actividad antifúngica. Se espera que este trabajo, sumado a futuros resultados, permita diseñar una estrategia de bio-control con la cual poder reducir la incidencia de esta enfermedad en los bosques de ciprés de la región Andino Patagónica.

**Palabras Clave:** fitoprotección, ciprés de la cordillera, rizósfera.

### Introducción

*Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera) es una especie endémica de los bosques andino patagónicos de gran relevancia ecológica (Pastorino et al. 2004). Su madera es muy valorada por su apariencia y propiedades tecnológicas. La mortalidad de *A. chilensis* (ciprés de la cordillera) causada por la enfermedad de las raíces (frecuentemente denominada mal del ciprés) es el principal problema sanitario de los bosques nativos de la Patagonia andina tanto por su extensión y magnitud como por el impacto que produce (Greslebin et al. 2015). En los últimos años *Phytophthora austrocedri* ha sido identificado como el agente etiológico de la afectación de las raíces. Este es un patógeno introducido y está presente en la rizósfera e ingresa al huésped por las raíces provocando la muerte del cambium y el floema de las raíces y de la base del fuste (Greslebin et al. 2007, Greslebin & Hansen 2010, Vélez et al. 2014). Tanto el uso comercial de la madera como el uso turístico y recreativo de los bosques se han visto negativamente afectados por la enfermedad. Además la IUCN (International Union for the Conservation of Nature) ha colocado a la especie en la categoría de 'vulnerable' y se encuentra en la 'Lista Roja' del SIB (Sistema de Información de Biodiversidad), denotando una amenaza en su conservación

El género *Phytophthora* presenta un número considerable de especies que causan enfermedades a especies vegetales de interés comercial y de conservación. Para contrarrestar la acción de estos organismos diversas estrategias de control biológico han sido desarrolladas, principalmente utilizando microorganismos en los géneros *Trichoderma*, *Gliocladium* y *Streptomyces* (Smith et al

1990, Xiao et al 2002). Dado que *P. austrocedri* es un patógeno prácticamente imposible de erradicar, es necesario el desarrollo de estrategias que contribuyan al control del mismo. Por ello, el objetivo de este trabajo fue investigar la microbiota rizosférica asociada a *A. chilensis* en busca de microorganismos con actividad fungistática/fungicida sobre *P. austrocedri*.

### Materiales y Métodos

Se muestrearon tres sitios en el Parque Nacional Los Alerces, en la provincia de Chubut. Dos de los sitios presentaron un gran número de ejemplares de *A. chilensis* enfermos por *P. austrocedri* (Sitio enfermo) y en el tercero no había síntomas de la enfermedad. Se extrajeron plantas sanas de menos de 10 años de edad, y de una altura menor a 50 cm (N=6 para cada sitio) y suelo no asociado a las plantas extraídas (N=3). Las plantas fueron extraídas y el suelo fue removido a fin de obtener sólo las raíces junto con la fina capa de suelo adherido a las mismas. Las raíces (incluyendo el suelo asociado) fueron sumergidas en 250 ml de agua destilada estéril y se las dejó reposar 15 min. En el caso del suelo no asociado a las plantas extraídas se realizó una suspensión de 50 gr en 200 ml de agua destilada estéril. Luego, se hicieron diluciones en un factor 1/10, 1/100 y 1/1000 en agua destilada estéril y 100 µl de estas diluciones fueron sembradas por sextuplicado, tanto en los medios para hongos como en los medios para bacterias. Como medio para bacterias se utilizaron Papa Dextrosa Agar (PDA) con cloranfenicol (caldo de 200 gr de Papa/L, 20 gr/L de Dextrosa, 15 gr/L de Agar y 0,016% de cloranfenicol) y Standar Media 1 (St1) (15 gr/L de peptona de Carne, 3 gr/L de extracto de levadura, 6 gr/L de NaCl, 1 gr/L de glucosa y 15 gr/L de agar, Ph 7.5). Para aislar hongos se utilizaron los medios PDA, y Rosa Bengala Agar (RBA) (10 gr/L de dextrosa, 10 gr/L de peptona de carne, 1 gr/L de K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0.5 gr/L de MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 30 mg/L de Rosa de bengala, y 20 gr/L de Agar). Las placas de Petri se incubaron durante 4 días en el caso de las bacterias y 7 días en el caso de los hongos. Los microorganismos fueron repicados y conservados como cultivos puros. Utilizando los datos de frecuencia de cada uno de los taxones encontrados en cada uno de las plantas se realizó una curva de acumulación de especies utilizando el programa EstimateS (Colwell 2005) y dicha curva fue suavizada utilizando el método de rarefacción y se utilizó la ecuación de Clench (Gotelli & Colwell 2001) a fin de obtener la riqueza máxima teórica y compararla con el número de especies obtenidas.

Primero se evaluó si los aislamientos obtenidos pueden crecer a 17°C (temperatura óptima de crecimiento de *P. austrocedri*). Luego se estudió la actividad antifúngica/fungistática contra *P. austrocedri* de aquellos morfotipos que crecieron adecuadamente a 17°C, mediante enfrentamiento en microcultivo. Para ello se seleccionaron 35 morfotipos (14 bacterianos y 21 fúngicos) y se los enfrentó contra el aislamiento *P. austrocedri* 195 (colección de cultivos del CIEFAP). Los enfrentamientos se realizaron sobre portaobjetos con una gota de medio Agar Tomate (Greslebin et al. 2007). Sobre uno de los extremos de esta gota se inoculó el aislamiento de *Phytophthora* y se lo incubó durante 24 h a 17°C. Pasadas las 24 h se inocularon los microorganismos seleccionados. En los controles se dejó crecer sólo *P. austrocedri*. Luego de inocular dichos aislamientos, y en los controles luego de 24 h post-inoculación de *Phytophthora*, se cubrió la gota de medio de cultivo inoculada con un cubre objeto estéril. Los enfrentamientos fueron observados diariamente bajo microscopio óptico.

### Resultados

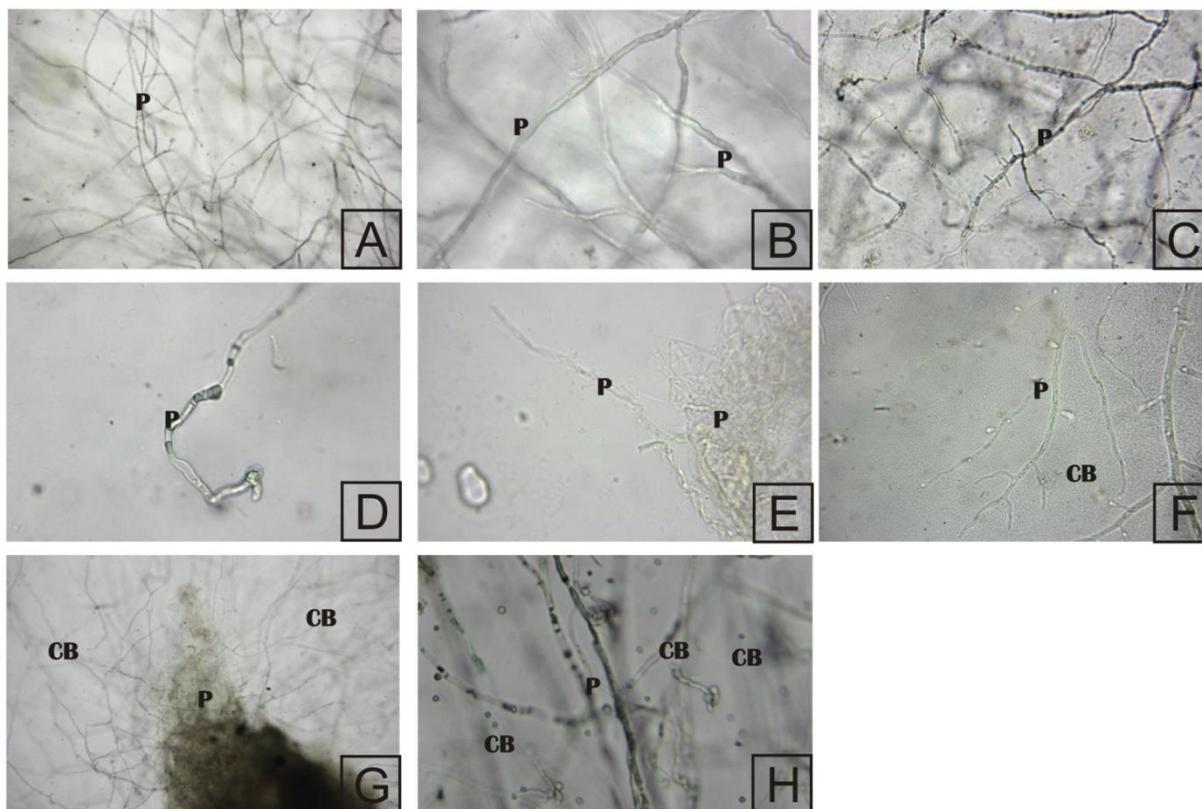
Se obtuvo de la rizosfera un total de 193 aislamientos, siendo 71 aislamientos bacterianos y 122 aislamientos fúngicos. Dentro de los aislamientos bacterianos encontramos 7 morfotipos de Actinomycetes (14 aislamientos) y 14 morfotipos de bacterias (57 aislamientos). Además se aislaron 44 morfotipos fúngicos, siendo 32 de ellos especies del género *Penicillium*. Las comunidades en sitios enfermos y sitios sanos fueron, a grandes rasgos, muy similares. Los aislamientos obtenidos representan el 68,5% de la riqueza máxima teórica presente en la rizosfera de *A. chilensis*. Los microorganismos con mayor frecuencia fueron los géneros bacterianos *Pseudomonas* (10 aislamientos) y los género fúngicos *Penicillium* (78 aislamientos) y *Monillia* (5 aislamientos). Por el

contrario, en las muestras de suelo no asociado a las plantas extraídas sólo se encontraron 4 morfotipos de bacterias.

Con respecto la capacidad de crecer a 17°C, todos los aislamientos obtenidos fueron capaces de hacerlo a excepción de unos pocos aislamientos bacterianos (Bacteria sp. 5 A4E2, Bacteria sp. 5 A5E1, Bacteria sp. A4E1, Actinomycete sp. 2 A4E1). En los enfrentamientos los controles crecieron de manera normal, abundantemente y sin síntomas de estrés. Observándose hifas hialinas, turgentes, con un número discreto de ramificaciones, y ramificaciones largas (Fig. 1A, B). Cuatro de los aislamientos mostraron actividad anti *Phytophthora*. Los aislamientos Actinomycete sp. 2 A1E1 y Bacteria sp. 5 A1E1 provocaron que el aislamiento de *Phytophthora* creciera en mucha menor medida, con un micelio mucho menos denso que en los controles, con hifas más delgadas y levemente colapsadas y con ramificaciones más cortas (Fig 1C, D). Los aislamientos Actinomycete sp. 6 y Bacteria sp. 10 inhibieron en mayor medida el crecimiento de *P. austrocedri* 195 siendo prácticamente incapaz de crecer más allá del inóculo inicial (Fig 1E, F). De los 21 aislamientos fúngicos obtenidos seis fueron capaces de disminuir el crecimiento de *P. austrocedri*. Los aislamientos *Penicillium* sp. 20 A3E1, *Penicillium* sp. 15 A4E1 y *Penicillium* sp.21 A1E2 fueron capaces de inhibir totalmente el crecimiento de *P. austrocedri*, creciendo rápidamente sobre el inóculo inicial, evitando su crecimiento (Fig. 1G) y causando un daño considerable sobre las hifas del patógeno (fig. 1H). El aislamiento *Penicillium* sp.17 A4E2 provocó un efecto sobre *P. austrocedri* similar a los causados los aislamientos mencionados anteriormente, aunque el daño causado por este aislamiento fue mucho más leve, permitiendo que el aislamiento de *Phytophthora* creciera en mayor medida. Por otro lado, los aislamientos *Penicillium* sp. 29 A5E2, *Penicillium* sp. A A5E1 degradaron parte de las hifas de *Phytophthora* pero parte de las hifas crecieron de forma normal (igual que en el control). Estos aislamientos mostraron un exudado amarillo verdoso en la zona de contacto con *P. austrocedri*. No obstante, no fue posible observar si este exudado está implicado en la inhibición y daño sobre *P. austrocedri*.

### Discusión

Los resultados obtenidos muestran por un lado que la microbiota presente en la rizósfera de *A. chilensis* es muy compleja, incluso con mayor riqueza y abundancia de especies que en el suelo no asociado a esta especie. Esto no es raro, ya que las raíces de las plantas estimulan, en su proximidad, el crecimiento microbiano (Dix & Webster 1995). En nuestro caso las especies dominantes fueron aquellas pertenecientes al género *Penicillium*, que estaban ausentes en muestras de suelo no asociado. Esto se condice con las rizóferas de arbustos de té y trigo donde este género también es dominante (Dix & Webster 1995, Pandey et al.2001). Por otro lado, en este trabajo se pudo demostrar que parte de la microbiota de la rizósfera de ciprés tiene la potencialidad de ser utilizada en estrategias de control biológico contra *P. austrocedri*. Tanto los aislamientos bacterianos como fúngicos fueron capaces de inhibir el crecimiento del patógeno *in vitro*. Algunos aislamientos bacterianos como Actinomycete sp. 2 A1E1 y Bacteria sp. 5 A1E1 mostraron un efecto más fungistático sobre *P. austrocedri*, ya que se observó que el patógeno pudo crecer, aunque en menor medida y con síntomas de estrés en el micelio. Por el contrario, los aislamientos Actinomycete sp. 6 y Bacteria sp. 10, *Penicillium* sp. 20 A3E1, *Penicillium* sp. 15 A4E1 y *Penicillium* sp.21 A1E2 tuvieron una actividad antifúngica ya que en estos casos *P. austrocedri* fue prácticamente incapaz de crecer y las pocas hifas presentes se observaron dañadas, colapsadas o en mal estado.



**Figura 1:** *Phytophthora austrocedri* (P) creciendo sola y enfrentada a distintos posibles agentes de control biológico (CB). A-B: *P. austrocedri* creciendo sola (100X y 400X respectivamente). C-D: Hifas de *P. austrocedri* con crecimiento atípico y bajo un efecto fungistático ocasionado por aislamientos bacterianos (100X y 400X respectivamente). E: Micelio de *P. austrocedri* con crecimiento inhibido (100X). F: Hifas con crecimiento reducido (400X). G-H: Colonia e hifas de *P. austrocedri* degradado por aislamientos fúngicos (100X y 400X respectivamente).

La enfermedad de las raíces causada por *P. austrocedri*, es una enfermedad de los bosques templados de Patagonia que se desarrolla a bajas temperaturas. El patógeno tiene su temperatura de crecimiento óptima *in vitro* a 17°C y por encima de esa temperatura le es muy difícil su crecimiento, inhibiéndose por completo a los 25°C (Greslebin et al. 2007). Fue por eso que se evaluó la capacidad de los microorganismos rizosféricos de crecer en las mismas condiciones de temperatura que *P. austrocedri*. Todos estos microorganismos, al ser autóctonos y aislados de los mismos sitios donde crece *P. austrocedri*, son capaces de soportar las mismas condiciones de temperatura. Por otro lado, una estrategia de control biológico basada en especies autóctonas evita los problemas acarreados al introducir especies exóticas en los bosques nativos andinos patagónicos.

Como pasos siguientes en esta investigación se identificarán molecularmente los aislamientos y se los probarán en condiciones *in vivo* con plantas de vivero. Esto busca en el mediano plazo diseñar una estrategia que permita contrarrestar el patógeno y preservar nuestros bosques nativos.

### Conclusiones

Las comunidades rizosféricas asociadas a *A. chilensis* son muy complejas, presentando un gran número de especies bacterianas y fúngicas.

Algunos de los microorganismos rizosféricos que crecen asociados a *A. chilensis* tienen capacidad antifúngicas o fungistática contra *P. austrocedri*.

Los microorganismos obtenidos con capacidad antifúngicas o fungistática tienen potencial para ser utilizados en una estrategia de control biológico.

### Bibliografía Citada

Colwell RK. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's Guide Department of Ecology & Evolutionary Biology. University of Connecticut, USA

Dix NJ, Webster J. 1995. Fungi of soil and rhizosphere. In *Fungal ecology* (pp. 172-202). Springer Netherlands.

Gotelli NJ, Colwell RK. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecological Letters* 4:379-391.

Greslebin AG, Hansen EM. 2010. Pathogenicity of *Phytophthora austrocedrae* on *Austrocedrus chilensis* and its relation with mal del ciprés in Patagonia. *Plant Pathology* 59: 604-612.

Greslebin AG, Hansen EM., Sutton W. 2007. *Phytophthora austrocedrae* sp. nov., a new species associated with *Austrocedrus chilensis* mortality in Patagonia (Argentina). *Mycological Research* 111: 308-316.

Greslebin AG, Velez ML, Garbelotto M. 2015. *Austrocedrus* forests of South America are pivotal ecosystems at risk due to the emergence of an exotic tree disease can a joint effort of research and policy save them? *Natural Resources Forum* 5950:1-4.

Pandey A, Palni LMS, Bisht D. 2001. Dominant fungi in the rhizosphere of established tea bushes and their interaction with the dominant bacteria under in situ conditions. *Microbiological Research* 156: 377-382.

Pastorino MJ, Gallo LA, Hattemer HH. 2004. Genetic variation in natural populations of *Austrocedrus chilensis*, a cypress of the Andean-Patagonian Forest. *Biochemical Systematics and Ecology* 32: 993–1008.

Smith VL, Wilcox WF, Harman GE. 1990. Potential for biological control of *Phytophthora* root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. *Phytopathology* 80: 880-885.

Velez ML, Coetzee MPA, Wingfield MJ, Rajchenberg M, Greslebin AG. 2014. Evidence of low levels of genetic diversity for *Phytophthora austrocedri* population in Patagonia, Argentina. *Plant Pathology* 63:212-220.

Xiao K, Kinkel LL, Samac DA. 2002. Biological control of *Phytophthora* root rots on alfalfa and soybean with *Streptomyces*. *Biological Control* 23: 285-295.

## Viverización del Ciprés de la Cordillera: influencia del contenido hídrico y de fósforo en la etapa de establecimiento

Diego S. Massone<sup>1,2\*</sup>, Analía A. Martucci<sup>1</sup>, Carlos G. Bartoli<sup>3,4</sup>, Mario J. Pastorino<sup>5,4</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Propagación Vegetal, INBIES, Univ. Nac. de la Patagonia SJB, Sede Esquel; <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Forestal, Univ. Nac. de la Patagonia SJB, Sede Esquel; <sup>3</sup>Instituto de Fisiología Vegetal, Fac. Cs. Agrs. y Ftles., UNLP - CCT CONICET La Plata; <sup>4</sup>CONICET; <sup>5</sup>Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

\*Autor de correspondencia: [diego-massone@hotmail.com.ar](mailto:diego-massone@hotmail.com.ar)

### Resumen

La disponibilidad de agua y nutrientes son factores de gran incidencia en la producción industrial de plantines forestales. Tienen efecto sobre los patrones de asignación de carbono y de la arquitectura hidráulica (AH). En este trabajo estudiamos en vivero la incidencia de la concentración de fósforo (P) y el contenido hídrico del medio de crecimiento, en plantines de *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizzarri durante la etapa de establecimiento. Los objetivos fueron (i) evaluar el efecto sobre la asignación de biomasa y la AH y (ii) determinar de qué manera estos patrones afectan la dinámica de crecimiento. El sistema de viverización utilizado fue en contenedores, con fertirriego, dentro de invernáculo. Se ensayaron 3 niveles de concentración de P (1, 10 y 100 ppm) y 2 niveles de estado hídrico del sustrato (80% y 20% de la humedad aprovechable (HA)). Se utilizó un DCA factorial conformado por 6 tratamientos y 7 réplicas. Por medio de ANOVA se pusieron a prueba diferencias entre tratamientos para las variables conductancia hidráulica total (Kp), conductividad específica de tallo (Ks), conductancia específica radical (Lp), potencial hídrico foliar al mediodía ( $\Psi_{md}$ ), biomasa seca total (BST) y relación de biomasa seca aérea y radical (BSA/BSR). No se observaron diferencias entre tratamientos para las tres variables de la AH evaluadas ni para BSA/BSR. Solo se observaron diferencias en la respuesta de  $\Psi_{md}$  y de BST, mostrando menor valor de  $\Psi_{md}$  y mayor de BST el tratamiento de mayor disponibilidad (P: 100 y HA: 80) contra los de menor disponibilidad (1 y 20, 1 y 80 en  $\Psi_{md}$ ; 1 y 20, 10 y 20 en BST). La diferencia en la BST entre los tratamientos mencionados rondó el 40%. Esto no se reflejó en ninguna de las variables de la AH, mostrando una baja incidencia de dichas variables en la dinámica de crecimiento en vivero. El comportamiento del  $\Psi_{md}$  y su relación con la BST, posiblemente se deba a la incidencia del  $\Psi_{md}$  sobre la conductancia estomática y su efecto final sobre la tasa de captación de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** *Austrocedrus*, arquitectura hidráulica, biomasa

### Introducción

Para asegurar el éxito de los planes de restauración de ecosistemas forestales degradados a partir del establecimiento de plantines cultivados en vivero, es necesario conformar protocolos que ajusten y estandaricen los métodos de viverización. El control de los distintos factores intervinientes en el cultivo es de vital importancia para lograr plantines aptos para las condiciones edafo-climáticas del sitio a restaurar. Dos de los factores de gran incidencia en el desarrollo del plantín son la disponibilidad de agua y de nutrientes. Bucci et al. (2006) mencionan la importancia de la disponibilidad de nutrientes sobre la influencia de los patrones de asignación de carbono, pudiendo esto también afectar la arquitectura hidráulica, y consecuentemente las relaciones hídricas de la planta. Los patrones de asignación de carbono de distintas especies a nivel individual, resultan en el aumento de una función en particular a expensas de otra, particularmente en ambientes con limitaciones hídricas (Bucci et al., 2009). En este trabajo estudiamos la incidencia de distintos niveles de concentración fósforo (P) en dos niveles de contenido hídrico del medio de crecimiento, durante la etapa de establecimiento en vivero. El objetivo fue evaluar el efecto sobre la asignación de biomasa y la arquitectura hidráulica, y de qué manera estos patrones afectan las relaciones hídricas y la dinámica de crecimiento de la planta.

## Materiales y Métodos

Los experimentos se llevaron a cabo con plantas de Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*) generadas a partir de semillas cosechadas por el INTA, en el año 2013, de 16 progenies en un rodal nativo de la especie en la cabecera sur del Lago Futalaufquen, Parque Nacional Los Alerces, Provincia del Chubut. El sistema de viverización utilizado fue en contenedores sobre sustrato inerte con fertirriego, dentro de invernáculos. El ensayo tuvo una duración de dos años, el cual abarca el desarrollo del cultivo desde la semilla hasta la planta terminada para su uso en forestación a campo. Los tratamientos se aplicaron durante las etapas de establecimiento del 1/12/2014 al 1/01/2015 en el primer ciclo vegetativo y del 14/10 al 16/11 de 2015 del segundo ciclo vegetativo. Se evaluaron tres niveles de concentración de fósforo (1 ppm – 0,02 g/l de fertilizante COMPO® HAKAPHOS base (7-12-40), 10 ppm - 0,02 g/l de fertilizante COMPO® HAKAPHOS base (7-12-40) y 0,02 ml/l de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85% y 100 ppm – 0,3 g/l de NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0,26 g/l de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> y 0,02 ml/l de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85%) y dos niveles de estado hídrico del sustrato (80% de la humedad aprovechable (HA) y 20% de HA). Se utilizó un diseño factorial conformado por 6 tratamientos originados de la combinación de los factores (T100-80; T10-80; T1-80; T100-20; T10-20; T1-20). Se aplicó un DCA con 8 réplicas. La unidad muestral se compuso de 24 plantas. Las variables evaluadas fueron: conductancia hidráulica total de la planta (K<sub>p</sub>), conductividad específica de tallo (K<sub>s</sub>), conductancia específica radical (L<sub>p</sub>), potencial hídrico foliar al mediodía ( $\Psi_{md}$ ), biomasa seca total (BST) y relación de biomasa seca entre la parte aérea y radical (BSA/BSR). Se analizaron diferencias entre las medias de los tratamientos a través de ANOVA ( $\alpha=0,05$ ), y se contrastaron los tratamientos a través del test de Tukey.

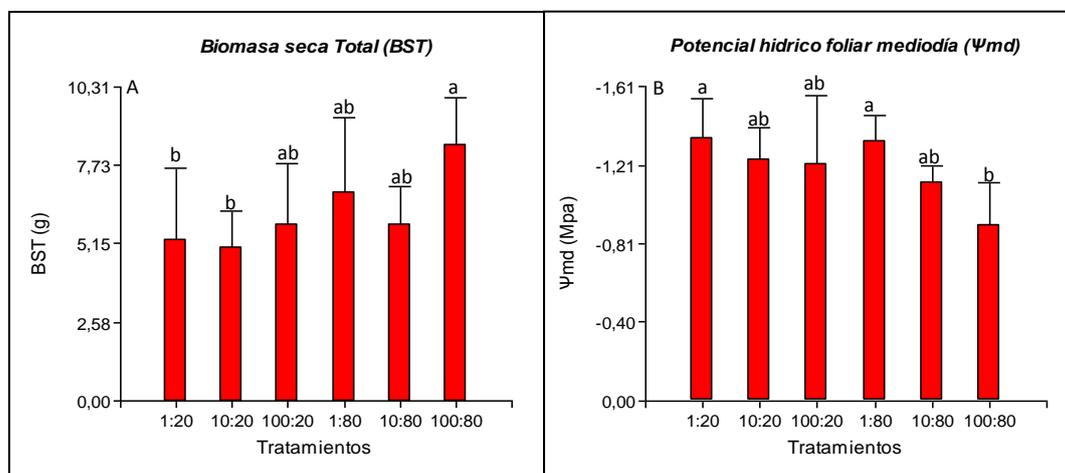
## Resultados

**Variables hidráulicas.** La K<sub>p</sub> tuvo un valor promedio de 7,81 ((KgMpa<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>) x 1,00 E+), no presentó diferencias significativas entre tratamientos. El valor más elevado lo presentó el tratamiento T100-20 y el menor valor el T10-80 (cuadro 1). La K<sub>s</sub> con un valor promedio de 11,12 ((KgMpa<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup>) x 1,00 E+04), no presentó diferencias significativas entre tratamientos. El valor más elevado lo presentaron los tratamientos T100-20 y T10-20. El menor valor lo mostró el T1-80 (cuadro 1). La L<sub>p</sub> se determinó como la pendiente de la relación lineal entre el flujo y el potencial de presión aplicado, a partir de las ecuaciones de ajuste se observó que L<sub>p</sub> no presentó diferencias significativas entre tratamientos. El valor más elevado lo presentó el tratamiento T100-80. El menor valor lo mostró el T1-80 (cuadro 1). Los valores de  $\Psi_{md}$  mostraron diferencias significativas entre el T100-80 con respecto a los tratamientos T 1-20 y T 1-80 (Figura 1B). Siendo el T100-80 el que presentó mayores valores de potencial con - 0,9 Mpa y los tratamientos T1-20 y T1-80 mostraron los menores valores con - 1,34 y - 1,33 Mpa, respectivamente.

**Cuadro 1.** Variables hidráulicas de los plantines de Ciprés de la Cordillera sometidos a diferentes tratamientos de [P] (1, 10 y 100 ppm) y estado hídrico del sustrato (20 y 80 % de HA). Los valores seguidos por la misma letra por tratamiento no presentan diferencias significativas (p<0,05).

Tratamiento	Valor promedio ± desviación estándar (n=7)		
	K <sub>p</sub> (KgMpa <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> x 1,00 E+05)	K <sub>s</sub> (KgMpa <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> x 1,00 E+04)	L <sub>p</sub> (KgMpa <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> cm <sup>-3</sup> x 1,00 E+08)
T 1-20	7,37 ±2,39 a	11,2 ±8,67 a	3,01 ±1,31 a
T 1-80	6,59 ±3,83 a	8,3 ±2,38 a	2,35 ±0,81 a
T 10-20	9,22 ±5,21 a	13,38 ±7,23 a	2,53 ±0,61 a
T 10-80	7,11 ±1,98 a	9,67 ±4,79 a	2,62 ±0,79 a
T 100-20	8,03 ±2,18 a	13,38 ±7,23 a	2,82 ±1,97 a
T 100-80	8,56 ±2,57 a	10,81 ±2,95 a	3,48 ±1,6 a

**Variables morfológicas.** El valor promedio de la BST en el ensayo fue de 6,08 g, presentando diferencias significativas entre el T 100-80 con un valor medio de 8,42 g, con respecto a los tratamientos T 1-20 y T 10-20 con valores de 5,28 g y 5,10 g respectivamente (figura 1A). La relación BST/BSR no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Los valores fueron de gran similitud, variando de 1,9 para el T1-80 a 1,65 para el T100-20.



**Figura 1.** Variables Morfo-fisiológicas de los plantines de Ciprés de la Cordillera sometidos a los distintos tratamientos. (A) Biomasa Seca total (BST), (B) Potencial hídrico foliar mediodía ( $\Psi_{md}$ ). Los valores seguidos por la misma letra por tratamiento no presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

## Discusión

Si bien no pudieron probarse diferencias significativas entre tratamientos para las tres variables de la AH evaluadas, las diferencias en el  $\Psi_{md}$  encontradas entre el tratamiento T100-80 y los tratamientos T1-20 y T1-80, evidencian cambios en las relaciones hídricas de las plantas. Los  $\Psi_{md}$  bajos pueden ser una señal de restricciones de agua en las hojas, lo que probablemente esté relacionado con bajas capacidades de transporte de agua en el suelo o la planta (Faustino et al., 2013). En este sentido al momento de medir el  $\Psi_{md}$  el contenido hídrico de los contenedores era uniforme y cercano a su capacidad de campo (CC), por lo que la caída del  $\Psi_{md}$  no estaría dada por distintas condiciones hídricas del sustrato. Bucci et al. (2006) señalan que la caída del potencial hídrico al mediodía podría deberse a que el aumento en producción de raíces no se alcance en la misma proporción que la producción de la masa foliar. La caída del  $\Psi_{mdr}$  en este trabajo, tampoco puede relacionarse a esto último ya que la asignación de biomasa hacia la parte aérea y radical fue similar y equilibrada para todos los tratamientos. Herder et al. (2010) mencionan que aun pequeñas modificaciones en el ángulo de la raíces pueden afectar el sistema de la arquitectura radical y así tener enormes efectos sobre la exploración del suelo para la captación de agua y la productividad. Por otro lado Spicer y Gartner (2002) sugieren que cuando el continuo suelo-planta-atmosfera es considerado, aun una reducción severa de la conductividad en tallo, causada por compresión en la madera, tiene un leve impacto a nivel de procesos en la hoja. Gyenge et al. (2005) encontraron que más del 70% de la resistencia hidráulica en plantines de *Austrocedrus chilensis*, se producía a nivel de las hojas, variable hidráulica (conductancia foliar) que no fue medida en este trabajo. Por lo expuesto creemos que si bien las variables AH evaluadas no se pudieron relacionar con los cambios a nivel del  $\Psi_{md}$ , estos se encuentran asociados a rasgos estructurales de la planta.

En este estudio, se observó una estrecha relación entre la producción de biomasa total y  $\Psi_{md}$ . Así, el T 100-80 presentó los mayores valores de BST y de  $\Psi_{md}$  mientras que el T 1-20 expresó uno de los

menores valores de biomasa total y el menor valor de  $\Psi_{md}$ , siendo estas diferencias significativas para las dos variables mencionadas. Adams et al. (2013) mencionan que especies con un ajustado control estomático para evitar fallas hidráulicas tienen una reducida asimilación de CO<sub>2</sub>. Schols et al. (2014) ubican al Ciprés de la Cordillera como una especie con un fuerte control estomático, cerrando tempranamente sus estomas en respuesta a déficit de saturación de aire moderados, aun cuando el contenido hídrico del suelo no es limitante (Gyenge et al. 2007). En base a lo mencionado, creemos que el mayor potencial agua está asociado a un mayor crecimiento y ello puede ser producto de modificaciones del intercambio gaseoso. Por ello se focalizarán futuros experimentos en estudiar factores que afecten la conductancia estomática.

### Conclusiones

Los contenidos hídricos del sustrato y la concentración de fósforo durante la etapa de establecimiento en vivero, controlan el desarrollo de plantines de ciprés de la cordillera.

Las variables hidráulicas Kp, Ks y Lp no explican la dinámica de crecimiento en vivero bajo diversas disponibilidades de fósforo y agua.

El comportamiento del  $\Psi_{md}$  está asociado al desarrollo de la biomasa total del plantín.

### Bibliografía

Adams HD, Germino MJ, Breshears DD, Barron-Gafford GA, Guardiola-Claramonte M, Zou CB, Huxman TE. 2013. Nonstructural leaf carbohydrate dynamics of *Pinus edulis* during drought-induced tree mortality reveal role for carbon metabolism in mortality mechanism. *New Phytol* 197: 1142-1151.

Bucci, SJ, Scholz FG, Goldstein G, Meinzer FC, Franco AC, Campanello PI, Villalobos-Vega R, Bustamante M, Miralles-Wilhelm F. 2006. Nutrient availability constrains the hydraulic architecture and water relations of savannah trees. *Plant, Cell and Environment* 29: 2153–2167.

Bucci SJ, Scholz FG, Goldstein G, Meinzer FC, Arce ME. 2009. Soil water availability and rooting depth as determinants of hydraulic architecture of Patagonian woody species. *Oecologia* 160: 631–641.

Faustino LI, Nardia ML, Bulfe NMA, Pinazo MA, Monteoliva SE, Graciano C. 2013. Dry weight partitioning and hydraulic traits in young *Pinus taeda* trees fertilized with nitrogen and phosphorus in a subtropical area. *Tree Physiology* 33: 241–251.

Gyenge JE, Fernández ME, Dalla Salda G, Schlichter T. 2005. Leaf and whole-plant water relations of the Patagonian conifer *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. et Bizzari: implications on its drought resistance capacity. *Ann. For. Sci.* 62:297-302.

Gyenge JE, Fernández ME, Schlichter T. 2007 Influence of radiation and drought on gas exchange of *Austrocedrus chilensis* seedlings. *Bosque* 28:220–225.

Herder GD, Isterdael GV, Beeckman T, De Smet I. 2010. The roots of a new green revolution. *Trends in Plant Science* 15: 600-607.

Scholz FG, Bucci SJ, Goldstein G. 2014. Strong hydraulic segmentation and leaf senescence due to dehydration may trigger die-back in *Nothofagus dombeyi* under severe droughts: a comparison with the co-occurring *Austrocedrus chilensis*. *Trees* 28: 1475-1487.

Spicer R, Gartner BL. 2002. Compression wood has little impact on the water relations of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) seedlings despite a large effect on shoot hydraulic properties. *New Phytologist* 154: 633-640.

## Mejoramiento genético de pino Oregón: evaluación de huertos semilleros de progenie y estrategias de manejo

Víctor A. Mondino<sup>1\*</sup>, Alejandro G. Aparicio<sup>2</sup>, Alejandro G. Martínez-Meier<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo Forestal, EEA Esquel, INTA; <sup>2</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal- Área Forestal, EEA Bariloche, INTA; <sup>3</sup> Grupo de Ecología Forestal- Área Forestal, EEA Bariloche, INTA

\*Autor de correspondencia: [mondino.victor@inta.gob.ar](mailto:mondino.victor@inta.gob.ar)

### Resumen

El pino Oregón *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii* es, luego del pino ponderosa, la especie más importante de coníferas cultivadas en la región andino patagónica. Se destaca por su rápido crecimiento y excelente calidad de madera. El INTA inició un programa de mejoramiento genético en 1998, instalando tres ensayos/huertos semilleros de progenies (HSP) a partir de la selección fenotípica de árboles plus en todas las plantaciones de la Patagonia argentina de al menos 18 años de edad. Los ensayos fueron plantados en Huingan-có, Las Golondrinas y Trevelin, abarcando así un amplio gradiente ambiental. El diseño de plantación fue de parcelas mono-árbol. Se evaluaron en 15 familias repetidas en los tres HSP la sobrevivencia (S) y la altura a los nueve años (hg), utilizando un modelo lineal mixto para probar si los efectos del Sitio, de la Familia y su interacción, contribuyeron de forma significativa a la variación observada. La supervivencia y la altura media fueron: S= 96 %, hg= 463± 137 cm (Huingan-có), S= 75 %, hg= 439± 130 cm (Golondrinas) y S= 88 %, hg= 519± 130 cm (Trevelin). La sobrevivencia inicial no varió con el genotipo, pero sí con el sitio. En cambio, para la altura hubo diferencias en el desempeño de cada familia en función del sitio de ensayo, es decir, interacción genotipo x ambiente. El factor 'Familia' fue significativo para el crecimiento en altura solamente en el HSP de Huingan-có, estimándose una heredabilidad moderada  $h^2= 0,20$ . Teniendo en cuenta estos resultados iniciales, se propone realizar el manejo y raleo de cada HSP de manera independiente, y se sugiere la utilización por zonas de aptitud para la semilla que cada HSP produzca una vez raleado.

**Palabras clave:** *Pseudotsuga menziesii*, interacción genotipo ambiente, heredabilidad.

### Introducción

La introducción experimental de especies forestales en la región andino-patagónica argentina comenzó a principios del siglo XX. Excelentes resultados de implantación y crecimiento alentaron el ritmo de plantación para algunas de las especies introducidas, destacándose el pino ponderosa *Pinus ponderosa* (Dougl) Laws. por su capacidad de adaptación a ambientes relativamente poco favorables por aridez y régimen térmico, y el pino Oregón *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii* por su rápido crecimiento y calidad de madera. A partir de la década de los '90 se incrementó la actividad de plantación y manejo silvícola de las forestaciones impulsada por el ex Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca a través del régimen de promoción que otorga la Ley Nacional 25.080, sumado al de algunas provincias. En ese escenario, la ex Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) conjuntamente con el INTA, dentro del marco del Proyecto Forestal de Desarrollo, comenzó un programa de mejoramiento genético de ambas especies con el objetivo de garantizar el aprovisionamiento sostenible de semilla genéticamente mejorada, trazable y estandarizada para las futuras plantaciones comerciales.

Sin embargo, la tasa de forestación de pino Oregón es muy inferior a la de pino ponderosa, a pesar de ser su madera más valiosa y de no tener problemas sanitarios de importancia. Esto se debe a que el pino Oregón es mucho más exigente en su requerimiento de calidad de sitio (Davel & Ortega 2003, Tejera & Davel 2004): requiere suelos profundos, bien drenados y sin limitaciones severas de humedad, y situaciones con buena protección ante los vientos dominantes y el frío. Rehfeldt y Gallo (2001) sugieren que la "raza local" tendría su origen a partir de introducciones desde la región costera oeste de Estados Unidos, de clima suave y templado, y sin limitaciones de humedad durante

la estación de crecimiento. El material genético de pino Oregón introducido en la región es considerado susceptible a las heladas tardías y al déficit hídrico durante el período de crecimiento (Rehfeldt 1983, Enricci 1983, Tejera & Davel 2004, Martínez Meier et al. 2005). Por estas limitaciones, es fundamental obtener el máximo potencial productivo, y para eso se necesita material mejorado genéticamente. Recientemente, se ha estimado que el potencial biofísico para el material genético introducido en de unas 45.000 ha en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut (Bava et al. 2016).

Para abastecer a una demanda regional potencial de semilla mejorada genéticamente, se definió una estrategia de Huertos Semilleros de Progenie (HSP). Estos huertos fueron producidos a partir de la selección masal de 23 árboles plus en todas las plantaciones comerciales de la Patagonia con al menos 18 años de edad, por su tasa de crecimiento y principalmente por caracteres de forma como la rectitud y conicidad del fuste, y el tamaño de la copa. La semilla cosechada de los árboles plus se utilizó en los distintos viveros involucrados en el programa, para producir las progenies (familias de medios-hermanos de polinización abierta) a instalar en ensayos de ambiente común. En lo inmediato, los ensayos proveen la información para la mejora propiamente dicha, y permiten la estimación de parámetros genéticos como la heredabilidad de las características de interés, la evaluación del valor genético y las ganancias genéticas a obtener de su depuración. Luego de su evaluación y raleo, los ensayos constituirán Huertos Semilleros de Progenie, y una vez maduros proveerán semilla mejorada, que permitirá obtener mejores rendimientos en las superficies aptas para pino Oregón. En este trabajo mostramos una primera evaluación genética de los tres ensayos/HSP y proponemos una estrategia para su manejo. Basados en los resultados del análisis global de estos ensayos, mostramos un esquema de selección "hacia adelante" de los mejores individuos de uno de los ensayos de progenie.

### Materiales y Métodos

Se instalaron tres ensayos de progenie (futuros HSP) en el norte de Neuquén (Ensayo 1: Vivero Provincial Huingan-có 2003), norte de Chubut (Ensayo 2: Campo Forestal General San Martín INTA, Las Golondrinas 2004) y centro de Chubut (Ensayo 3: Campo Experimental Agro-forestal INTA, Trevelin 2003), que suman una superficie de 3,7 ha (Tabla 1). Los ensayos se plantaron con diseño de parcela mono-árbol y densidades de 2 x 2 m. El ensayo de Huingan-có se manejó mediante uno-dos riegos suplementarios por surcos en cada fila de plantas cada verano. En los tres ensayos evaluamos la sobrevivencia inicial (año 1) y la altura a los nueve años desde la plantación, mediante un modelo lineal mixto con la siguiente expresión:

$$y_{ijk} = \mu + S_i + F_j + (SxF)_{ij} + e_{ijk}$$

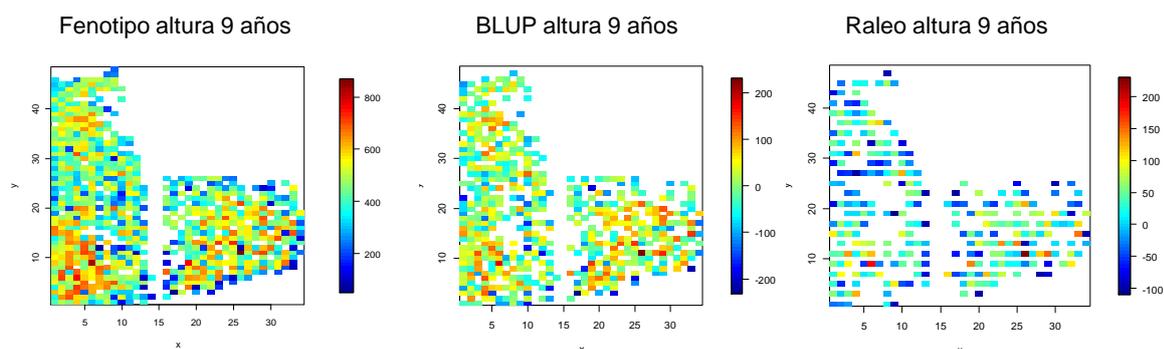
donde  $y_{ijk}$ : observación registrada en cada planta;  $\mu$ : intercepto del modelo;  $S_i$ : efecto fijo del Sitio de ensayo;  $F_j$ : efecto aleatorio de la progenie o familia;  $(SxF)_{ij}$ : término para la interacción genotipo x ambiente y  $e_{ijk}$ : término del error residual del modelo. Los componentes de la varianza para la variable de altura al año 9 fueron estimados por Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y los valores de mejora fueron predichos usando el Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP). Para la sobrevivencia al año 1 ( $S_1$ ) se ajustaron los modelos considerando la distribución binaria de los datos. Para el análisis multi-sitio se utilizaron las 15 familias comunes a los tres ensayos. Se realizó luego un análisis ensayo por ensayo, con el objetivo de estimar la heredabilidad del crecimiento en altura y los valores BLUP individuales que permitieran una selección hacia adelante en cada ensayo.

**Tabla 1:** Ubicación y características de tres ensayos de progenie del programa de mejora genética de pino Oregón, con destino de huertos semilleros. PMA: precipitación media anual; S1: supervivencia al primer año de la plantación; h9: altura al noveno año

Ensayo	Lat. S	Long. O	Altitud (msnm)	PMA (mm)	Famil. N°	Sup. (ha)	S1 (%)	h9 (cm)
1-Huingan-có	37°07'50"	70°37'04"	1190	604	19	1,00	96	463± 137
2- Las Golondrinas	42°00'02"	71°32'36"	262	950	23	1,00	75	439 ± 130
3-Trevelin	43°07'10"	71°33'00"	450	1013	15	1,70	88	519± 130

## Resultados y Discusión

No se hallaron diferencias significativas entre familias para la sobrevivencia inicial, pero sí para el efecto del Sitio. En el ensayo de Las Golondrinas la supervivencia inicial fue significativamente menor (Tabla 1); sin embargo esto pudo deberse a problemas de anegamiento del suelo en algunos sectores del sitio de ensayo el año de la plantación, pero no a efectos genéticos. Para la altura a los 9 años, se halló interacción Sitio x Familia ( $p < 0,001$ ). Cuando se re-analizaron los datos de altura ensayo por ensayo, se encontró que la variación genética fue significativa sólo en el Ensayo de Huingan-có, aunque la heredabilidad fue moderada  $h^2 = 0,27$ . Estos resultados muestran una alta variación individual dentro de las familias de polinización abierta, y que en promedio el material genético al nivel familiar se comportaría de manera relativamente diferente en cada sitio, es decir que interacciona con el ambiente. Por lo tanto, una estrategia para el manejo de los huertos semilleros podría ser la estimación de valores BLUP individuales en cada ensayo, para ralearlos conservando una variabilidad genética alta, y con el objetivo de proveer de semilla mejorada para su uso por zonas de aptitud biofísica o calidades de sitio. En el ensayo de Huingan-có avanzamos en el raleo genético de los individuos inferiores de cada familia por sus BLUPs, en combinación con un raleo sistemático fila por medio. Esto tuvo por objetivo, además de mejorar la calidad genética del huerto, bajar la densidad de plantación inicial de 967 plantas a 2 x 2 m, a una densidad aproximada de 4 x 2 m en esta etapa, a fin de promover la producción de semillas y evitar los efectos de competencia. En la Figura 1 se observa la variación fenotípica para la variable de altura al año 9 y los resultados del raleo inicial.



**Figura 1.** Esquema del análisis del ensayo de progenies de pino Oregón de Huingan-có para su conversión a Huerto Semillero de Progenie (HSP). A la izquierda se ven en el plano, los valores fenotípicos de la altura (en cm) de cada planta a los nueve años; en el centro, los valores individuales predichos (BLUPs) por el modelo de análisis de varianza (en cm de desvío respecto al valor medio); a la derecha, el resultado de un primer raleo genético, combinado con un sistemático (la escala muestra los valores BLUP de los árboles remanentes)

Las perspectivas para los próximos años son: adoptar un esquema de manejo similar al aplicado en el ensayo de Huingan-có en los demás ensayos, y realizar una nueva evaluación de los árboles remanentes para llegar a una densidad final por ensayo de alrededor de 100 árboles por hectárea. Esto permitiría obtener, según la bibliografía, alrededor de 30 kg de semilla en cada huerto. Estimamos que los huertos estarán en edad reproductiva plena aproximadamente en 2020.

### Bibliografía

Bava JO, Loguercio GA, Orellana I, Ríos Campano MF, Davel MM, Gonda HE, Heitzmann L, Gómez M, González MA, Salvador G, Zacconi G. 2016. Evaluación Ambiental Estratégica. Una visión sobre dónde y cómo forestar en Patagonia. CIEFAP – FUNDFEAEP, 119 pp.

Davel M, Barroetaveña C, Rajchemberg M. 1999. Muerte del pino Oregon por sequía en la Región Andina. CIEFAP, *Patagonia Forestal* Año V, N° 2: 2-3

Davel M, Ortega A. 2003. Estimación de índice de sitio para pino Oregon a partir de variables ambientales en la Patagonia Andina Argentina. *Bosque* 24 (1): 55-69

Enricci J. 1983. Posibilidades para la forestación en la subregión central del ecosistema andino patagónico. CIEFAP. Publicación Técnica N° 14. 123 p.

Loguercio G, Frugoni MC, Letourneau F. 2015. La calidad de sitio. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores L Chauchard, MC Frugoni, C Nowak. Buenos Aires. Cap. 7: 141-164

Martinez-Meier A, Gallo L, Mondino V. 2005. Para la región patagónica. Estrategias de mejoramiento genético de pino ponderosa y pino Oregon. *Idia XXI*: 191-196

Martinez-Meier A, Mondino V, Gallo L. 2005. Evaluación de daños por heladas tardías en ensayos de procedencias de pino Oregon introducidos en el norte de la Región Andino Patagónica Argentina. *Bosque* 26: 113-120

Rehfeldt G. 1983. Genetic variability within Douglas-fir populations: Implications for tree improvement. *Silvae Genetica* 32: 9-14

Rehfeldt G. 1990. The genetic resource of Douglas-fir in the interior northwest. Interior Douglas-fir the species and its management, Symposium Proceedings. Spokane, Washington, USA: 53-63

Rehfeldt G, Gallo L. 2001. Introduction of Ponderosa Pine and Douglas-fir to Argentina. Using quantitative traits for retrospective identification and prospective selection of provenances. *New Forests* 21: 35-44

Tejera L, Davel M. 2004. Establecimiento de pino Oregon en Patagonia. Dónde plantar y qué plantas utilizar. CIEFAP, *Patagonia Forestal* Año X N°2: 9-12

## Efecto del manejo de bosque y de los cambios ambientales sobre la supervivencia y crecimiento de especies nativas de interés forestal

Marcos E. Nacif<sup>1\*</sup>, Thomas Kitzberger<sup>2</sup> Lucas A. Garibaldi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IRNAD-Universidad Nacional de Río Negro-Sede Andina; <sup>2</sup>INIBIOMA-Universidad Nacional del Comahue -CRUB

\* Autor de correspondencia: [marcosnacif@gmail.com](mailto:marcosnacif@gmail.com)

### Resumen

Los bosques cubren el 30 % de la superficie terrestre y contienen el 77 % de la biomasa viva. Estos ecosistemas en la Patagonia son un extenso reservorio de vida silvestre y un sistema con potencial productivo. Se sabe poco de cómo interactúan los efectos del manejo forestal y los cambios ambientales sobre los procesos de regeneración del bosque. El objetivo es estudiar cómo los raleos y las condiciones ambientales influyen en el desempeño de juveniles de especies arbóreas nativas de interés forestal. En un programa experimental de manejo en un matorral denso (Paraje El Foyel), se plantaron individuos de *Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus alpina*, *N. pumilio*, *N. antarctica*, *N. dombeyi* y *N. obliqua*, en cuatro intensidades crecientes de raleo (ABR). Se midió supervivencia (% sup.), crecimiento (m, crec.) y variables ambientales. Se utilizaron modelos lineales de efectos mixtos. Al aumentar la intensidad del raleo aumenta la temperatura promedio, se incrementa la amplitud térmica, disminuye la humedad relativa promedio y aumenta la radiación. El raleo tuvo un efecto significativo en la supervivencia y en el crecimiento, difiriendo entre especies. En raleos intermedios hubo mayor sobrevivencia (ABR0%: 53,8 %; ABR30%: 90,3 %; ABR50%: 71,6 %; ABR70%: 33,6 %), y en general raleos suaves e intermedios mayor incremento en altura (ABR0 y ABR30%: 0,1± 0,02 m; ABR50%: 0,17± 0,01 m; ABR70%: 0,07± 0,02 m). *N. obliqua* alcanzó valores de 77 % sup. y 0,16± 0,03 m crec. (mayor incremento en altura en ABR 0, 30 y 50%), superado en sup. sólo por *A. chilensis* (81 %); las otras especies lograron estar alrededor del 50 % sup. *N. alpina* llegó a 0,13± 0,02 m crec. (sin grandes diferencias entre ABR), también *N. dombeyi* (0,3 m crec. en ABR 70%). Los factores ambientales están balanceados en raleos intermedios, creando las mejores condiciones para la plantación de especies forestales. Este trabajo muestra que la remoción basal intermedia de los matorrales asegura un mejor desempeño de los juveniles de las especies arbóreas nativas de interés forestal utilizadas.

**Palabras clave:** raleo matorral mixto, *Nothofagus* spp., *Austrocedrus chilensis*

### Introducción

Los bosques en el mundo aún representan casi la tercera parte de la superficie terrestre (77 % de la biomasa viva), y además la pérdida de biodiversidad es uno de los mayores problemas a nivel mundial, por lo tanto es clave un manejo adecuado en estos ecosistemas (FAO 2012, Uribe Botero et al. 2015). La restauración y enriquecimiento de estos ecosistemas tienen un impacto social, económico y ambiental muy positivo (Álvarez & Lara 2008). Asimismo los bosques y matorrales de la región andino-patagónica son un extenso reservorio de vida silvestre y tienen gran potencial productivo (Jaksic & Feinsinger 1991, Veblen et al. 1996, Martínez-Pastur et al. 2000), aunque su manejo (por ej. raleos) ha sido un tema poco estudiado en Patagonia norte (Gobbi 2007), al igual que su interacción con los cambios ambientales sobre los procesos de enriquecimiento o plantación de especies nativas (IPCC 2007, Chauchard et al. 2015, Bava et al. 2015). En este contexto es relevante conocer los efectos de la remoción del área basal sobre la supervivencia y el crecimiento de juveniles de especies arbóreas nativas de interés forestal.

Diversos estudios de las comunidades forestales han examinado el rol de los claros en la regeneración de las especies arbóreas (Canham et al. 1990, Zavala et al. 2004, Valladares 2004). La performance de las especies forestales plantadas en fajas de raleo es influenciada por la modificación de las condiciones microclimáticas (radiación solar, precipitaciones recibidas, nutrientes; Caldentey et al. 2005, Martínez Pastur et al. 2009). En las fajas de raleo aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa, aumenta la evapotranspiración y se modifica la velocidad del viento (Schmidt et al. 2001, Weinberger & Ramírez 2001, Valladares et al. 2004, Quinteros et al. 2010, Martínez Pastur et al. 2011). En las coberturas bajas el factor limitante para las plantas suele ser el exceso de demanda hídrica inducida por la alta radiación, mientras que en las altas coberturas suele ser la baja luminosidad (Pacala et al. 1996, Kobe & Coates 1997). Si bien hay estudios realizados en juveniles de especies arbóreas nativas de interés forestal en la Patagonia (Donoso et al. 2010, Peri et al. 2012), son pocos los que combinan prácticas de manejo de bosque y plantación de árboles nativos (Villalba et al. 2013, Nacif et al. 2016 y sus citas). Teniendo en cuenta los mecanismos planteados, áreas basales removidas (ABR) intermedias generarían condiciones óptimas de demanda hídrica y radiación para las especies arbóreas nativas plantadas, y por lo tanto, se espera que el crecimiento y la supervivencia de las mismas sean mayores en ABR intermedias que en ABR leves o extremas.

En Patagonia norte, el matorral (bosque mixto bajo, arbustal y ñirantal mixto) está dominado por especies arbóreas y arbustivas nativas de rápido crecimiento, heliófilas y rebrotantes; las cuales son pioneras en la sucesión luego de disturbios como el fuego, y son un componente clave de la biodiversidad. El matorral es considerado una comunidad de bajo valor económico y ambiental, lo que ha llevado a su reemplazo por otros usos del suelo (Sarasola et al. 2006). Un manejo adecuado de los bosques en la transición matorral-*Austrocedrus chilensis* es fundamental para promover la biodiversidad, los productos del bosque y los servicios ambientales (Clavaín 2004, Mermoz et al. 2005). En Patagonia la investigación forestal ha permitido el avance de la silvicultura de numerosas especies nativas de alto valor forestal, por ejemplo *Nothofagus* sp. y *Austrocedrus chilensis* (Nacif et al. 2016 y sus citas), pero las tecnologías de manejo de bosque para llevar adelante dicha tarea de manera sustentable son aún inciertas (Chauchard et al. 2008; FAO 2012).

### Materiales y Métodos

Se trabajó en un programa experimental de manejo en el Paraje El Foyel (Río Negro), en un matorral mixto alto de alta densidad post-incendio (con *N. antarctica*, *Lomatia hirsuta*, *Embotrium coccineum*, *Diostea juncea*, *Schinus patagonicus*, *Discarya chacaye* y con *Austrocedrus chilensis* dispersos). Se trabajó en 4 parcelas, cada una de 31,5 x 45 m (1418 m<sup>2</sup>), a las que se le aplicaron distintas intensidades de raleo (área basal removida) y plantación de especies nativas de alto valor forestal (*Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus alpina*, *N. pumilio*, *N. antarctica*, *N. dombeyi* y *N. obliqua*) en un diseño en parcelas divididas. A nivel de parcela, se evaluaron 4 prácticas de manejo, 4 intensidades de ABR (0%, 30%, 50% y 70% aprox.) cada una en una parcela distinta. A nivel de transecta, se plantó una especie por transecta, con individuos de 3 procedencias contrastantes por especie, de entre 4 y 6 años de edad. Se plantó cada 1,5 m a lo largo de la transecta, dando una densidad de plantación de aproximadamente 1269 plantas/ha. Se muestreó entre los años 2013 y 2015. A cada uno de los individuos de las especies plantadas se les registró la supervivencia y se les midió la altura (desde el suelo hasta la parte más elevada de la planta, sin ser estirada), el diámetro basal. En cada parcela se tomaron datos de T° y HR (datalogger y termohigrómetro manual), intensidad lumínica (PAR, micromol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, dentro y fuera de las transectas raleadas, en las distintas ABR) y se tomaron fotos hemisféricas. Analicé las variables mediante modelos lineales de efectos mixtos (altura) en el programa R (función lmer, paquete lme4), y un modelo lineal mixto generalizado (supervivencia, función glmer, paquete lme4, distribución binomial, Bates et al. 2011). A nivel de parcela, los

modelos tuvieron en cuenta el efecto fijo del ABR; a nivel de transecta dentro de parcela, se evaluó el efecto fijo de especie así como las interacciones entre especie y ABR; también el efecto aleatorio de los 3 orígenes de cada especie y de las parcelas. Se utilizó la inferencia multimodelo, el modelo con el menor valor de AICc (Criterio de Información de Akaike corregido-, min) fue el seleccionado como el mejor (Burnham et al. 2011).

## Resultados

Las parcelas con ABR mayor (50% y 70%) mostraron una amplitud de temperatura y humedad relativa del aire marcada, con mayor temperatura y radiación que las ABR menores durante el día y menor temperatura durante la noche, de forma opuesta resultó con la humedad. El modelo de supervivencia con mejor ajuste incluyó el efecto fijo del raleo, de la especie y su interacción, con un peso relativo alto (0,882), difiriendo de manera importante de los otros modelos (Tabla 1). En general, en ABR intermedias (30% y 50%) las especies tuvieron mayor sobrevivencia (Tabla 2). Sin embargo, como indica el efecto de interacción, este patrón difirió entre especies (Fig. 1). En particular, *A. chilensis* también tuvo éxito en ABR 0%, y *N. antarctica* en ABR 70%. El modelo de crecimiento con mejor ajuste incluyó el efecto fijo del raleo, de la especie y su interacción, con un peso relativo alto

**Tabla 1.** Tabla de AICc para los modelos utilizados

	AICc	$\Delta$	Peso relativo	gl	Especie	Raleo	Raleo* Especie
Supervivencia	629,8	0,0	0,882	14	+	+	+
	634,5	4,7	0,085	8	+		
	636,4	6,6	0,033	9	+	+	
	671,7	41,9	0,000	3			
	673,5	43,7	0,000	4		+	
Crecimiento (Dif h)	-55,9	0,0	0,997	21	+	+	+
	-42,7	13,2	0,001	9	+		
	-42,3	13,6	0,001	4			
	-40,6	15,3	0,000	11	+	+	
	-40,3	15,6	0,000	6		+	

(0,997) (Tabla 1). En ABR baja e intermedia (0%, 30% y 50%) las especies mostraron un mayor incremento en altura (Tabla 2). En la Fig. 1 se puede ver cómo el crecimiento difirió entre especies según lo indica el efecto de interacción. *A. chilensis* y *N. pumilio*, no tienen diferencias en el crecimiento en las distintas ABR, *N. antarctica* y mayormente *N. alpina* tienen mayor incremento de altura en ABR intermedias. *N. dombeyi* mostró un incremento en ABR altas y en forma opuesta *N. obliqua* incrementó su altura marcadamente en ABR baja e intermedia.

## Discusión y Conclusiones

La mayor supervivencia en raleos intermedios estaría ligada a mejores condiciones de temperatura y humedad. Como se ha visto en otros trabajos, sitios con mayor intervención tienen mayor temperatura de suelo y aire, intensidad lumínica (PAR) y velocidad del viento, disminución en la humedad relativa, causando un aumento en la evapotranspiración, influyendo en la supervivencia y el crecimiento (Caldentey et al. 2005, Lencinas et al. 2007, Martínez Pastur et al. 2007, 2008, Cellini 2010), así la excesiva apertura del dosel influye negativamente a las plantas (Rusch et al. 1992, Rechene et al. 1995 y Heinemann et al. 2000). La mortalidad o el crecimiento reducido de las plantas podría estar influenciada por la sequía de la temporada de verano 2014-2015, 3<sup>er</sup> verano más seco en la zona desde 1957 (INTA 2015, Anderegg et al. 2015).

*Austrocedrus chilensis* sobrevivió menos en ABR 70%, probablemente por mecanismos de foto-inhibición y daño por exceso de radiación (Gyenge et al. 2008); y porcentajes similares altos en el resto de ABR, mostrando su tolerancia a la sombra y que precisa protección contra la desecación, pudiendo crecer luego en condiciones más expuestas (Gyenge et al. 2011), siendo óptima la remoción sucesiva de arbustos para incrementar el crecimiento. La menor supervivencia de *Nothofagus spp.* en ABR 0%, podría deberse a la relativa intolerancia a la sombra de estas especies, y por otro lado, el estrés ocasionado por una gran apertura del dosel en ABR 70% ocasionó también

una importante mortalidad. Los antecedentes indican que las plántulas de *Nothofagus* spp. se establecen con mayor éxito en condiciones moderadas de luz y humedad del suelo (Veblen et al. 1996, Martínez Pastur et al. 2011), aunque hay que prestar atención a otros factores del micrositio que inciden en la performance de las especies (Heinemann et al. 2000, Martínez Pastur et al. 2011, Bahamonde et al. 2013).

< **Figura 2.a.** Supervivencia para cada especie en función del ABR. Las curvas son el resultado predicho por el modelo. Supervivencia: proporción de individuos vivos. Cada punto desagregado es un individuo (vivo=1, muerto=0).

**Tabla 2.** Supervivencia y crecimiento general para cada tratamiento y especie

	Sup.	Crec.
<b>Total</b>	62,2 ±3,8	0.11 ±0.01
<b>ABR-0%</b>	53,8 ±3,7	0.10 ±0.02
<b>ABR-30%</b>	90,3 ±2,6	0.10 ±0.02
<b>ABR-50%</b>	71,6 ±3,3	0.17 ±0.01
<b>ABR-70%</b>	33,6 ±3,7	0.07 ±0.02
<b><i>A. chilensis</i></b>	80,6 ±3,6	0.09 ±0.01
<b><i>N. dombeyi</i></b>	54,7 ±4,6	0.14 ±0.01
<b><i>N. pumilio</i></b>	57,3 ±4,5	0.07 ±0.01
<b><i>N. antarctica</i></b>	58,3 ±4,5	0.07 ±0.01
<b><i>N. alpina</i></b>	42,3 ±4,5	0.13 ±0.02
<b><i>N. obliqua</i></b>	77,1 ±3,9	0.16 ±0.03

< **Figura 2.b.** Crecimiento para cada especie en función del ABR. Las curvas son el resultado predicho por el modelo. Se muestra el error estándar. En metros, incremento de altura en la temporada sep2014- may2015.

*Nothofagus dombeyi* es una especie pionera de baja a muy baja tolerancia a la sombra (Donoso et al. 2013), aunque pueden permanecer individuos con crecimiento limitado bajo el dosel de árboles adultos por años, en ABR nula mostró más de 40% de supervivencia y 10% en ABR 70% (Stecconi 2006, Calabria & Puntieri 2008); una vez establecidas las plántulas, el crecimiento relativo fue uno de los mejores (Donoso et al. 2007). *N. pumilio* es una especie de tolerancia media y requiere un aumento progresivo en la disponibilidad de luz para poder desarrollarse (Cellini 2010 y citas), si bien la mayor supervivencia también fue en ABR intermedias, ABR nula más del 40% de las plantas sobrevivió. *N. antarctica* no presentó diferencias importantes entre tratamientos, siendo una especie resistente al estrés (Alberdi 1987, Veblen et al. 1995, 1996); junto a *N. obliqua*, fue la especie en llegar a un 60 % de supervivencia en ABR 70%, aunque con un crecimiento mínimo (Donoso 2007). *N. alpina* obtuvo su máximo rendimiento en ABR intermedias, y si bien ha sido reportada con un nivel de tolerancia a la sombra mayor al de *N. dombeyi* y *N. obliqua* (Donoso et al. 2013), mostró la mayor mortalidad en ABR nulas y no tuvo buen desempeño en los tratamientos con excepción de ABR 30% cerca de 90 % de supervivencia; por otro lado posee una alta variabilidad individual en el

crecimiento en altura y requiere sitios húmedos (Donoso 2006). El incremento en altura fue de los mayores, y pareciera que al establecerse, lugares con algo de cobertura son mejores (Donoso et al. 2007). *N. obliqua* combina una supervivencia general de más del 70 % y el mayor incremento en altura, maximizado en ABR intermedias. Es la especie más termófila de los *Nothofagus* de Sudamérica, demanda protección de sombra en los primeros años de instalación, aunque dependería de la disponibilidad de agua (Aguilera & Fehlandt 1981, Azpilicueta et al. 2010, Varela 2015).

Concluimos que el raleo afectó a la supervivencia y al crecimiento de plantas juveniles forestales, de manera diferencial en las especies. De manera general, áreas basales removidas intermedias, permiten una mayor supervivencia en los primeros años de establecimiento de *A. chilensis* y de *Nothofagus* spp., aunque no aseguran el óptimo incremento en altura. Las especies nativas de *Nothofagus* spp. necesitan raleos aún en un año tan seco. Es novedoso conocer la respuesta simultánea de cinco especies nativas en Argentina del género *Nothofagus* y de *Austrocedrus chilensis* bajo las mismas prácticas de manejo. Incluso con especies nativas de Patagonia que actualmente no están distribuidas naturalmente en el sitio de muestreo, dado que nuestro bosques no es ajeno a los efectos del cambio climático, conjugar estas especies permite comprender su performance en un marco de modificación de las distribuciones y de condiciones ambientales.

## Bibliografía

- Aguilera L & A Fehlandt. 1981. Desarrollo Inicial De *Nothofagus alpina* (Poepp. Et Endl.) Oerst., *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Bl. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Bl. Bajo Tres Grados De Sombra. Tesis De Grado. Universidad Austral De Chile. Valdivia. 101 pp // Álvarez C & A Lara. 2008. Crecimiento de una plantación joven en fajas con especies nativas en la Cordillera de Los Andes de la provincia de Valdivia. Bosque 29(3): 181-191 // Anderegg W, Hicke J, Fisher R, Allen C, Aukema J, Bentz B, Hood S, Lichstein J, Macalady A, McDowell N, Pan Y, Raffa K, Sala A, Shaw J, Stephenson N, Tague C & M Zeppel. 2015. Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. New Phytologist. doi: 10.1111/nph.13477 // Azpilicueta M, Varela S, Martínez A & L Gallo. 2010. Manual de viverización, cultivo y plantación, de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica. INTA, 72 p. ISBN 978-987-1623-87-7 // Bahamonde H, Peri P, Monelos L & G Martínez Pastur. 2013. Regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril en Patagonia Sur, Argentina. BOSQUE 34(1): 89-101 // Bava J, Loguercio G & G Salvador. 2015. ¿Por qué plantar en Patagonia? Estado actual y el rol futuro de los bosques plantados. Ecología Austral 25:101-111 // Calabria C & J Puntieri. 2008. Desarrollo foliar y caulinar de las unidades de alargamiento de *Nothofagus dombeyi* (Nothofagaceae) en condiciones de alta y baja luminosidad. Bol. Soc. Argent. Bot. 43 (1-2):19-30 // Burnham KP, Anderson DR & KP Huyvaert. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. Behav Ecol Sociobiol 65:23-35 // Caldentey J, Ibarra M, Promis A. 2005. Microclimatic Variations In A *Nothofagus pumilio* Forest Caused By Shelterwood Systems: Results Of Seven Years Of Observations. Int For Rev 7:4 // Canham C, Denslow J, Platt W, Runkle J, Spies T & P White. 1990. Light Regimes Beneath Closed Canopies And Tree-Fall Gaps In Temperate And Tropical Forests. Canadian Journal Of Forest Research 20, 620-631 // Cellini J. 2010. Estructura y regeneración bajo distintas propuestas de manejo de bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et. Endl.) Krasser en Tierra del Fuego, Argentina. Universidad Nacional de la Plata // Chauchard L, Bava J, Castañeda S, Laclau P, Loguercio G, Pantaenius P, et al. 2008. Manejo Del Bosque Nativo De Norpatagonia: Una Guía Para Las Buenas Prácticas. Sagpya // Chauchard L, Frugoni M & C Nowak. (Eds.). 2015. Buenas prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia // Clavain, A.T. 2004. Manual De Productos Forestales No Madereros. Cipma, Valdivia, Chile // Donoso P, Donoso C & M Azpiculeta. 2006. *Nothofagus nervosa*. In: Especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología (Ed. C. Donoso), p. 448-461. Marisa Cúneo Ediciones, Santiago, Chile // Donoso P, Gerding V, Uteau D, Soto D, Thiers O & C Donoso. 2007. Crecimiento De Una Plantación Joven En Fajas Con Especies Nativas En La Cordillera De Los Andes De La Provincia De Valdivia. Bosque 28(3): 249-255 // Donoso P & D Soto. 2010. Plantaciones Con Especies Nativas En El Centro-Sur De Chile: Experiencias, Desafíos Y Oportunidades. Revista Bosque Nativo 47: 10-17 // Donoso P, Soto D, Coopman R & S Rodríguez-Bertos. 2013. Respuesta temprana de plantaciones de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus alpina* a la disponibilidad de luz y tamaño de claro en un bosque degradado en el centro sur de Los Andes de Chile. Bosque 34(1): 23-32 // FAO. 2012. State Of The World's Forests 2012. Pp. 60. FAO // Gobbi M. 2007. Condiciones De Micrositio Para Juveniles De *Austrocedrus Chilensis* Y Respuesta A Intervenciones Extractivas. Bosque, 28, 50-56 // Gyenge JE, Fernández ME & TM Schlichter. 2008. Are Differences In Productivity Between Native And Exotic Trees In N.W. Patagonia Related To Differences In Hydraulic Conductance? Trees 22:483-490 // Gyenge JE, Fernández ME, Licata J, Weigandt M, Bond BJ & TM Schlichter. 2011. Uso del agua y productividad de los bosques nativos e

implantados en el NO de la Patagonia: aproximaciones desde la ecohidrología y la ecofisiología. *Ecología Austral* 21:271-284 // **Heinemann K, Kitzberger T & T Veblen. 2000.** Influences of gap microheterogeneity on the regeneration of *Nothofagus pumilio* in a xeric old-growth forest of northwestern Patagonia, Argentina. *Can. J. For. Res.* 30: 25-31 // **IPCC. 2007.** *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K. And New York, N y // **Jaksic F & P Feinsinger. 1991.** Bird Assemblages In Temperate Forests Of North And South America: A Comparison Of Diversity, Dynamics, Guild Structure, And Resource Use. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 64:491-510 // **Kobe R & K Coates. 1997.** Models Of Sapling Mortality As A Function Of Growth Characterize Interspecific Variation In Shade Tolerance Of Eight Tree Species Of Northwestern British Columbia. *Canadian Journal Of Forest Research* 27: 227-236 // **Lencinas M, Martínez Pastur G, Moretto A, Gallo E & C Busso. 2007.** Producción diferencial de biomasa en plántulas de *Nothofagus pumilio* bajo gradientes de luz y humedad del suelo. *Bosque* 28(3):241-248 // **Martínez-Pastur G. Et Al. 2000.** Timber Production Of *Nothofagus pumilio* Forests By A Shelterwood System In Tierra Del Fuego (Argentina). *Forest Ecol. Manage.* 134:153-162 // **Martínez Pastur G, Cellini J, Peri P, Lencinas M, Gallo E & R Soler. 2009.** Alternative Silviculture With Variable Retention In Timber Management Of South Patagonia. *Forest Ecology And Management* 258: 436-443 // **Martínez Pastur G, Cellini J, Lencinas M, Barrera M & P Peri. 2011.** Environmental Variables Influencing Regeneration Of *Nothofagus pumilio* In A System With Combined Aggregated And Dispersed Retention. *Forest Ecology And Management* 261: 178-186 // **Martínez Pastur G, Lencinas M, Peri P, Moretto A, Cellini J, Mormeneo I & R Vukasovic. 2007.** Harvesting adaptation to Biodiversity Conservation in Sawmill Industry: Technology Innovation and Monitoring Program. *Journal of Technology Management & Innovation* 2, 58-70 // **Martínez Pastur G, Lencinas M, Peri P y J Cellini. 2008.** Flowering and seeding patterns in unmanaged and managed *Nothofagus pumilio* forests with a silvicultural variable retention system. *Forstarchiv* 79, 60-65 // **Martínez Pastur G, Peri P, Cellini J, Lencinas M, Barrera M & H Ivancich. 2011.** Canopy Structure Analysis For Estimating Forest Regeneration Dynamics And Growth In *Nothofagus pumilio* Forests. *Annals Of Forest Science* 68: 587-594. // **Martínez Pastur G, Lencinas M, Soler Esteban R, Ivancich H, Peri P, Moretto A, Hernández L & I Lindstrom. 2011.** Plasticidad Ecofisiológica De Plántulas De *Nothofagus pumilio* Frente A Combinaciones De Niveles De Luz Y Humedad En El Suelo. *Ecología Austral* 21: 301-315 // **Mermoz M, Kitzberger T & T Veblen. 2005.** Landscape Influences On Occurrence And Spread Of Wildfires In Patagonian Forests And Shrublands. *Ecology*, 86, 2705-2715 // **Nacif ME. 2016.** Tesis de Licenciatura. Dir. Dr. Garibaldi L.A, Co-Dir. Kitzberger T. CRUB-UNCOMA // **Pacala S, C Canham C, J Saponara, J Silander, R Kobe & E Ribbens. 1996.** Forest Models Defined By Field Measurements: Estimation, Error Analysis, And Dynamics. *Ecological Monographs* 66: 1-43 // **Quinteros P, Hanzen N & A Kutschker. 2010.** Composición Y Diversidad Del Sotobosque De Ñire (*Nothofagus antarctica*) En Función De La Estructura Del Bosque. *Ecol. Austral.* 20(3):225-234 // **Rechene D. 1995.** Establecimiento y desarrollo de renovales de lenga en situaciones de baja cobertura. *Publ. Téc. N° 21.* CIEFAP P.75-114. Esquel // **Rusch V. 1992.** Principales limitantes para la regeneración de lenga en la zona N.E. de su área de distribución. Variables ambientales en claros del bosque. *Actas Seminario Manejo Forestal de la lenga y aspectos ecológicos relacionados.* 61-73. Esquel // **Sarasola MM, Rusch VE, Schlichter T.M & CM Ghersa. 2006.** Invasión De Coníferas Forestales En Áreas De Estepa Y Bosques De Ciprés De La Cordillera En La Región Andino Patagónica. *Ecología Austral* 16:143-156 // **Stecconi M. 2006.** Variabilidad arquitectural de especies nativas de *Nothofagus* de la Patagonia (*N. antarctica*, *N. pumilio*, *N. dombeyi*). Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Comahue, Bariloche // **Schmidt H, Cruz G, Bown H & A Promis. 2001.** Cuarto Curso De Especialización De Silvicultura Ordenación Bosques De Lenga. Apuntes De Silvicultura. Universidad De Chile. Facultad De Ciencias Forestales. Monte Alto 2-9 Nov. 2001. Proyecto Fondef D99103. 24pps. // **Uribe Botero E (Ed.) 2015.** Euroclima. ONU-CEPAL-UE. S.15-01295 // **Urretavizcaya MF & G. Defossé. 2002.** *Patagonia Forestal* 2:2-5 // **Valladares FI, Aranda A & D Sánchez-Gómez. 2004.** La Luz Como Factor Ecológico Y Evolutivo Para Las Plantas Y Su Interacción Con El Agua, 335-369. En: Valladares, F. 2004. *Ecología Del Bosque Mediterráneo En Un Mundo Cambiante.* Páginas 509-529. Ministerio De Medio Ambiente, Egraf, S.A., Madrid. Isbn: 84-8014-552-8 // **Varela S, Caballé G, Diez J & M Godoy. 2015.** Efecto de la cobertura arbórea sobre la instalación de especies alternativas al Pino ponderosa en sistemas silvopastoriles del NO Patagónico. 3º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales / compilado por Pablo L. Peri. 1a ed. Santa Cruz. Ediciones INTA, 2015. 716 p. ISBN 978-987-521-611-2 // **Veblen TT, Donoso C, Kitzberger T & A Rebertus. 1996.** Ecology Of Southern Chilean And Argentinean *Nothofagus* Forest. En: *The Ecology And Biogeography Of Nothofagus Forests* (Eds T. T. Veblen, R. Hill & J. Read) Pp. 293-353. Yale University Press, New Haven // **Villalba R, Boninsegna JA, Masiokas MH, Cara L, Salomón M & J Pozzoli. 2013.** Cambio climático y recursos hídricos. El caso de las tierras secas del oeste argentino. *Ciencia Hoy.* 25(149):48-55 // **Weinberger P & C Ramírez. 2001.** Microclima Y Regeneración Natural De Raulí, Roble Y Coigüe (*Nothofagus alpina*, *N. obliqua* Y *N. dombeyi*). *Bosque* 22(1): 11-26 // **Zavala M, Zamora R, Pulido F, Blanco J, Imbert J, Marañón T, Castillo F & F Valladares. 2004.** Nuevas Perspectivas En La Conservación, Restauración Y Gestión Sostenible Del Bosque Mediterráneo. En: Valladares, F. 2004. *Ecología Del Bosque Mediterráneo En Un Mundo Cambiante.* Páginas 509-529. Ministerio De Medio Ambiente, Egraf, S. A., Madrid. ISBN 84-8014-552-8.

# **TRABAJOS VOLUNTARIOS**

## Exploración de nuevos genotipos de sauces para aumentar la disponibilidad de clones para Patagonia Sur

Amico I<sup>1</sup>, Cerrillo T<sup>2</sup>, Schinelli Casares T<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área Forestal, EEA Esquel, INTA

<sup>2</sup> Mejoramiento Genético de Sauces, EEA Delta del Paraná, INTA

**Autor de correspondencia:** [amico.ivana@inta.gob.ar](mailto:amico.ivana@inta.gob.ar)

### Resumen

La Patagonia tiene potencial para el establecimiento de plantaciones de sauces (*Salix* spp.) con fines ambientales y productivos. En la provincia de Chubut, estas especies están presentes en el medio rural en cortinas rompevientos y márgenes de cursos de agua, siendo aprovechadas para leña, postes y construcciones rurales. El INTA desarrolla en la EEA Delta del Paraná un programa de mejoramiento genético para sauces con el objetivo de generar nuevo germoplasma y mejorar la oferta clonal. La estrategia se basa en la hibridación inter e intraespecífica y la selección, teniendo en cuenta crecimiento, resistencia a plagas y enfermedades, forma del fuste, calidad de madera y adaptabilidad a diferentes regiones. En este contexto, se estableció un ensayo bajo riego complementario en la localidad de Trevelin, donde se evaluaron 15 genotipos. La plantación se realizó con barbados de un año, aplicándose un diseño de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones de 4 plantas, distanciadas a 3,5 x 3,5 m. Al cuarto año de la plantación se realizó una evaluación, considerando supervivencia y altura total (Ht). El ANOVA mostró diferencias significativas entre clones para Ht identificando diferentes grupos al efectuarse el contraste de medias. El clon experimental *S. matsudana* x *S. alba* "94.13.06" tuvo las mayores alturas (2,9 ± 0,33 m), siguiéndole el *S. matsudana* x *S. alba* 'Barrett 13-44 INTA' (2,85 ± 0,24 m). Entre los clones destacados también se encontraron 'Yaguareté INTA-CIEF', 'Los Arroyos INTA-CIEF' y *S. matsudana* x *S. alba* "94.08.74", quienes superaron al testigo "Ragonese 524-43" (2,19 m ± 0,18 m) pero no presentaron diferencias significativas con él. La sanidad de estos clones fue buena y la supervivencia superó el 85 %. Se observaron altos porcentajes de fallas en otros clones, con supervivencias menores al 50 %, evidenciando mala adaptación. La información resultante del ensayo es valiosa, ya que las características mostradas por algunos clones los perfilan como promisorios, suministrando elementos para orientar las siguientes etapas de evaluación y selección.

**Palabras clave:** *Salix*, mejoramiento genético, Chubut.

## Plantación de roble pellín en bosques bajos de la zona andina de Río Negro: interacciones entre tipo de plantas y herbivoría por ganado

Aparicio AG<sup>1</sup>, Pastorino MJ<sup>1,2</sup>, Garibaldi LA<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, INTA EEA Bariloche

<sup>2</sup> CONICET

<sup>3</sup> IRNAD, Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro

**Autor de correspondencia:** [aparicio.alejandro@inta.gob.ar](mailto:aparicio.alejandro@inta.gob.ar)

### Resumen

Para enriquecer bosques bajo uso ganadero con especies maderables, es clave saber qué material de plantación se adecúa al sitio y la herbivoría. Evaluamos la respuesta de *Nothofagus obliqua* Mirb. (Oerst) en un bosque mixto bajo de El Foyel, con dos situaciones: con y sin ganado ovino. Usamos plantas (G) grandes ( $h_0 = 192 \pm 35$  cm), criadas un año en tubete y cuatro en cantero; (c) chicas ( $h_0 = 97 \pm 21$  cm), con un año en tubete y dos en cantero; y ambos tipos decapitadas al cuello (Gd y cd) antes de su plantación (agosto 2014); todas con igual poda de raíz. Instalamos 25 parcelas por situación, con una planta de cada tipo a 1x1 m. Para determinar si la herbivoría, el tipo de planta y su interacción contribuyeron a la variación en la brotación (B), crecimiento y supervivencia (S), usamos un modelo lineal mixto generalizado. En el arranque (noviembre 2014) las plantas Gd y cd retrasaron su brotación ( $B = 75\%$ ) respecto a G y c ( $B = 100\%$ ); en el sector con ganado todas las plantas c habían sufrido ramoneo apical. Pasadas dos estaciones de crecimiento (mzo. 2016) no hubo interacción entre el nivel de herbivoría y el tipo de planta para la supervivencia, que fue mayor en el sector sin ganado ( $S = 82\%$ ). Esto estuvo determinado por un repetido ramoneo en el sector con ganado ( $S = 38\%$ ), donde sin embargo el 95% de las plantas G y el 40% de las Gd seguían vivas; ambos tipos de planta tuvieron mayor supervivencia ( $S = 98\%$  y  $32\%$ ) que las c y cd ( $S = 24\%$  y  $15\%$ ). Las plantas G y c no crecieron; incluso la muerte de ápices se tradujo en menor altura media final ( $h_2 = 168$  y  $90$  cm para G y c) en el sector sin ganado, donde las plantas Gd y cd crecieron  $27,5 \pm 9$  cm. Los resultados indican que plantas de tamaño grande se adecuarían mejor al sitio, evitando el ramoneo apical con mayor éxito que un material típico. La plantación de material decapitado podría ser ventajosa en sitios fríos; el retraso en su brotación permitiría evitar heladas tardías. Se requieren más ensayos en sitios variados y con menor presión de pastoreo, y estimar costos comparativos entre materiales de plantación de roble pellín.

**Palabras clave:** silvicultura predial, enriquecimiento, *Nothofagus caducifolios*.

## Micorrización de pino ponderosa producido en tubetes con aserrín sin compostar

Barroetaveña C 1,2, Kuhar F 1,2, Schinelli Casares T 3, Buduba CG 3,2

<sup>1</sup> CIEFAP-CONICET

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB, sede Esquel

<sup>3</sup> Campo Experimental Agroforestal Trevelin, EEA Esquel, INTA

**Autor de correspondencia:** [cbarroetavena@correociefap.org.ar](mailto:cbarroetavena@correociefap.org.ar)

### Resumen

El efecto estimulante de la inoculación con las especies ectomicorrícicas *Suillus luteus* y *Rhizopogon roseolus* en el crecimiento de los plantines de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) en sitios de plantación en Patagonia, ha sido ya probado. La producción de plantines forestales por otra parte, enfrenta el desafío de encontrar sustratos alternativos a la turba y a la pumicita, ecológicamente más sustentables. El uso de aserrín sin compostar se presenta como promisorio en el crecimiento de pino ponderosa en vivero, sin embargo no se ha evaluado aún el comportamiento de la inoculación micorrícica en él. Por ello, se estudió la micorrización y el efecto en el crecimiento de plantines de esta especie, inoculando con *S. luteus*, *R. roseolus* y una mezcla de ambas, tomando como testigo turba *Sphagnum* y pumicita v/v = 2:1, aplicando a todos los tratamientos una secuencia de fertilización hidrosoluble (NPK establecimiento 10:46:16; NPK crecimiento 18:7:17; NPK rustificación 4:27:38), y 3 dosis de fertilizante de liberación lenta (16, 18 y 20 kg de Basacote Plus 6M /m<sup>3</sup> de aserrín) al aserrín. Se usó un diseño factorial, efectuando 2 inoculaciones con 10<sup>7</sup> esporas activas por planta en cada tratamiento, incluyendo el testigo, y controles sin inocular en cada caso (n= 10), analizando diferencias entre especies y sustratos, con micorrización y parámetros morfométricos como respuesta, mediante ANOVAs de dos vías. Los resultados mostraron que la tasa de colonización micorrícica fue siempre mayor en el sustrato testigo, evidenciando una inhibición en la micorrización en los tratamientos con aserrín, con valores muy bajos y sin diferencias significativas entre dosis ni entre especies. Este comportamiento podría deberse a la mayor concentración de nutrientes agregados con las diferentes dosis de fertilizante y/o a las características propias del aserrín sin compostar. Los parámetros morfométricos altura (15,03 cm) diámetro al cuello (3,71 cm), peso seco de vástago (1,9 gr) y raíz (1,92 gr), sin embargo, fueron significativamente más altos en el aserrín + 18 kg fertilizante. Futuros ensayos deberán atender esta inhibición de la micorrización, probando diferentes dosis de fertilizante y/o medidas de manejo con el aserrín sin compostar, para alcanzar un compromiso entre crecimiento y micorrización que asegure un mejor comportamiento de las plantas en el campo.

**Palabras clave:** fertilización, vivero, sustrato.

## Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: resistencia a flexión, módulo de elasticidad y densidad

Gonzalo Caballé<sup>1\*</sup>, Juan Pablo Diez<sup>1</sup>, Oscar Santaclara Estévez<sup>2</sup>, Esther Merlo Sánchez<sup>2</sup>, José Almeida<sup>3</sup>, Alejandro Jovanovski<sup>4</sup>, Julián Antonelli<sup>4</sup>, Alejandro Martínez-Meier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Ecología Forestal, EEA Bariloche, INTA; <sup>2</sup> Madera Plus SL, <sup>3</sup> Laboratorio GENOBOIS, INRA Val de Loire; <sup>4</sup> CIEFAP

\*Autor de correspondencia: [caballe.gonzalo@inta.gob.ar](mailto:caballe.gonzalo@inta.gob.ar)

### Resumen

El módulo de rotura (MOR), el módulo de elasticidad a flexión longitudinal (MOE) y la densidad, son propiedades indicadoras para la asignación de clases de resistencia a la madera. El presente trabajo, tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintas densidades de manejo, sobre las propiedades mencionadas en un ensayo de *Pinus ponderosa* de 35 años de edad, ubicado en un sitio de calidad intermedia (IS: 16), que contempla 4 densidades de manejo (índice de densidad de Reineke, 300-500, 600-800, 900-1100 y 2300). Se instalaron parcelas de superficie variable (una por densidad) de manera que quedarán incluidos al menos 20 árboles. En todos los árboles de cada parcela se tomaron tarugos con barreno de Pressler a la altura del pecho. Los tarugos fueron utilizados para obtener los valores de densidad de la madera por el método de microdensidad. Para la obtención de los parámetros de resistencia mecánica, se apearon 6 árboles en cada parcela que fueron tronizados en trozas de 3,15 o 2,65m. La segunda troza obtenida de cada árbol fue aserrada en tablas de 2 pulgadas de espesor por el ancho de la troza. Posteriormente, de una tabla de la periferia y una cercana al centro se obtuvieron 2 tablas de 2" x 5". Sobre estas tablas se realizaron los ensayos mecánicos destructivos según Norma IRAM 9663 para MOR y MOE, y una clasificación visual según Norma UNE 56544. La competencia intra-específica, no afectó la densidad promedio ( $0,35 \pm 0,03$  g.cm<sup>-3</sup>) ni la resistencia a la flexión ( $17,6 \pm 7,2$  N.mm<sup>-2</sup>) de la madera. No obstante, el MOE presentó diferencias (t-Student,  $p=0,01$ ) entre el tratamiento testigo (IDR 2300: 5587,5 N.mm<sup>-2</sup>) y el tratamiento más ralo (IDR 300-500: 4359,5 N.mm<sup>-2</sup>). El diámetro de los nudos en el canto y el número de verticilos fueron los defectos mejor asociados con el MOE. Los valores de los tres parámetros fueron bajos respecto a plantaciones de mayor edad de la misma especie. Posiblemente, 35 años de edad sea poco para considerar como edad de turno final del pino ponderosa y haya que intensificar las podas si se pretende obtener madera para uso estructural en construcción.

**Palabras clave:** calidad resistente, índice de densidad, uso estructural

### Introducción

La clasificación resistente de la madera en diferentes calidades, surge por la necesidad de homogeneizar los factores de variabilidad de este material y en consecuencia, asignar una resistencia con un nivel de seguridad aceptable. De estos tres criterios o propiedades indicadoras, los dos primeros dependen de la calidad del material (presencia de particularidades del crecimiento que afectan la resistencia) y el tercero (la densidad) depende fundamentalmente de la especie y en menor medida de las condiciones de crecimiento (Fernández-Golfín 2015).

El módulo de elasticidad a flexión (MOE), está asociado a la rigidez del material. Por lo tanto, madera con un alto MOE es un material más rígido y, por ende, más difícil de flectar (Roth et al. 2007). Consecuentemente, altos valores de MOE significan mejor calidad de la madera para fines estructurales. La influencia de la densidad de la madera sobre las propiedades resistentes, no son concluyentes, su relación con la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad no supera el 40% (Fernández-Golfín 2015).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de distintos niveles de competencia intraespecífica, definidos en términos de índice de densidad de rodal de Reineke (IDR), sobre la densidad y el módulo de elasticidad a flexión longitudinal (MOE) de la madera de pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws.) a la edad de 35 años.

### Materiales y Métodos

En la Ea. Santa Lucía, Valle Meliquina, Provincia de Neuquén, el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) ha instalado en 1999 un ensayo de raleo en un rodal mixto de 20 años de edad de pino ponderosa y pino Jeffrey (*Pinus jeffreyi* Grev. & Balf.) en un sitio de calidad intermedia ( $IS_{20}$ : 16). El ensayo incluye dos repeticiones (parcelas de 2500 m<sup>2</sup>) de cuatro rangos de densidad definidos en términos del índice de densidad de Reineke (IDR) que se han mantenido hasta la actualidad:

1. Testigo. Densidad máxima del pino ponderosa en la región, se observa mortandad de individuos por competencia. IDR = 2300.
2. Densidad alta: IDR = 900 – 1100. A partir de un 35% del IDR máximo, el sitio comienza a estar completamente poblado, en este caso IDR = 900.
3. Densidad media: IDR = 600 – 800. El sitio no está completamente poblado, pero los árboles no crecen en forma libre debido a que existe competencia.
4. Densidad baja: IDR = 300 – 500. Los árboles crecen prácticamente como árboles aislados, ya que la competencia comenzaría a producirse a partir de un 25% del IDR máximo.

Para la evaluación de la densidad y el módulo de elasticidad en flexión longitudinal, en el año 2015 se seleccionó una parcela de cada tratamiento de densidad y dentro de la misma se instaló una parcela circular de superficie variable con la condición de que entrasen por lo menos 20 árboles de pino ponderosa. En todos los árboles de cada parcela se tomó un tarugo con barreno de Pressler a la altura del DAP (1,3 m) entre la corteza y la médula. En todos los casos, los tarugos fueron tomados en sentido transversal a la pendiente de la parcela. Adicionalmente, se midieron también las variables dendrométricas: diámetro (DAP) con forcípula, altura total (h) y altura de inicio de copa (hc) con Vertex. En total se caracterizaron 83 árboles.

Finalizada la medición de los árboles, se seleccionaron 6 por parcela que cubrían el rango completo de velocidad de propagación de onda acústica (ver Caballé et al. 2016 en estas mismas actas). Los 24 árboles seleccionados fueron apeados y tronizados de la siguiente forma: una primera troza de 3,15 o 2,65 m, dependiendo del diámetro del árbol para que la punta fina sea superior a 25 cm, una segunda troza de 3,15 m, y el resto del tronco en trozas de 3,15 o 2,65 hasta un diámetro en punta fina de 15 cm. Las segundas trozas de todos los árboles apeados fueron aserradas para obtener tablas. El aserrado se hizo con un esquema de corte paralelo para obtener piezas de 2" (5 cm) de espesor por el ancho de la troza. El servicio de aserrado lo realizó la empresa Lof Mapuche Vera que acercó un aserradero portátil Wood Mizer LT 40. Se seleccionaron dos piezas, una interior (CENTRO) cercana a la médula y otra de la parte externa (PERIFERIA), que se escuadraron en tablas de 2x5" (13,5 x 5 cm) y fueron enviadas al laboratorio de ensayos físicos y mecánicos del CIEFAP. Las tablas fueron secadas al 12% de contenido de humedad, re-escuadradas y cortadas a un largo final de 2,5 m. Posteriormente, se realizaron los ensayos mecánicos destructivos según Norma IRAM 9663 (2013) para obtener la resistencia a flexión (MOR) y el módulo de elasticidad a flexión longitudinal (MOE). Asimismo, este grupo de tablas fue clasificado de manera visual siguiendo la norma UNE 56544. Se cuantificó el número de verticilos, el diámetro de los nudos en la cara y el canto de las tablas, la proporción de cara y canto ocupada por los nudos, la presencia de médula y bolsas de resina y la desviación de la fibra.

Los tarugos obtenidos en cada árbol fueron utilizados para realizar las evaluaciones de densidad de la madera por el método de microdensidad (Polge 1966) y obtener los valores de densidad de cada

árbol y los valores de densidad para cada uno de los anillos de crecimiento. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio GENOBOIS del INRA Val de Loire, Francia.

Diferencias significativas entre tratamientos para MOR, MOE, densidad y las variables visuales se establecieron mediante el test de comparación de medias de Student utilizando el programa R (R Core Team 2008). Se realizaron también, análisis de regresión múltiple entre las variables visuales y el MOE.

### Resultados

La resistencia a la flexión promedio, evaluada a partir del MOR, no presentó diferencias entre las tablas de los distintos tratamientos. Dentro de cada tratamiento, en el único caso en que se registraron diferencias entre las tablas de la periferia y el centro de las trozas, fue en el tratamiento más ralo (IDR 300-500,  $p=0,007$ ) en donde el MOR de las tablas de la periferia fue superior ( $p=0,02$ ). El MOE fue mayor en las tablas provenientes del tratamiento testigo (IDR 2300,  $p=0,01$ ) respecto al resto de los tratamientos. Los tratamientos intermedios (IDR 600-800 y 900-1100) no presentaron diferencias en el MOE respecto al tratamiento más ralo (IDR 300-500). Nuevamente, en el único tratamiento en donde se registraron diferencias entre las tablas de la periferia y el centro, fue en el más ralo. Las tablas de la periferia presentaron mayor MOE ( $p=0,03$ ) (Tabla 1).

La densidad promedio, evaluada en el largo total de cada tarugo obtenido de cada árbol, no presentó diferencias entre los tratamientos arrojando valores de  $0,36 \text{ gr cm}^{-3}$  en el Testigo,  $0,34 \text{ gr cm}^{-3}$  en 900-1100,  $0,37 \text{ gr cm}^{-3}$  en 600-800 y  $0,35 \text{ gr cm}^{-3}$  en el tratamiento más ralo. La densidad promedio del anillo de crecimiento indicó, a partir del año 2010, una mayor densidad en el Testigo respecto a los tratamientos IDR 900-1100 y 300-500 ( $p > 0,001$ ). Esta madera, de mayor densidad, posiblemente no haya estado presente en ninguna de las tablas utilizadas en los ensayos mecánicos destructivos ya que corresponde a los últimos 5-7 cm y seguramente se perdió en las cantoneras durante el aserrado.

El número de nudos por metro lineal de tabla no presentó diferencias entre los tratamientos. Por el contrario, el diámetro promedio de los nudos y la proporción de la cara de las tablas ocupada por los mismos fue mayor en el tratamiento más ralo ( $p < 0,01$ ) respecto al resto de los tratamientos. No obstante, el análisis de regresión múltiple indica que el diámetro de los nudos y la proporción del canto ocupada por los mismos, junto al número de verticilos, son las variables visuales que mejor se relacionan con el MOE ( $r^2=0,36$ ;  $p < 0,01$ ).

Tabla 1. Valores promedio y por posición dentro de la troza (centro y periferia), de resistencia a flexión (MOR, N mm<sup>-2</sup>) y módulo de elasticidad a flexión longitudinal (MOE, N mm<sup>-2</sup>) de tablas de pino ponderosa de 35 años de edad creciendo en diferentes niveles de índice de densidad de Reineke (IDR, 300-500, 600-800, 900-1100 y Testigo, 2300).

IDR	MOR	MOR por posición		MOE	MOE por posición	
300-500	18,2 (2,2) a	Periferia	22,7 (2,5)	4359,5 (280,5) a	Periferia	4934,7 (395,9)
		Centro	13,6 (2,2)		Centro	3784,1 (239)
600-800	16,0 (1,8) a	Periferia	18,0 (3,4)	4982,3 (516,9) ab	Periferia	5520,7 (835,2)
		Centro	14,0 (0,7)		Centro	4443,9 (601,6)
900-1100	17,7 (1,6) a	Periferia	20,0 (2,7)	5157,9 (381,7) ab	Periferia	5324,5 (543,8)
		Centro	15,3 (1,3)		Centro	4991,3 (571,5)
Testigo	18,5 (2,7) a	Periferia	20,4 (4,5)	5587,5 (387,9) b	Periferia	5648,1 (459)
		Centro	16,6 (3,4)		Centro	5526,9 (670,8)

### Discusión

La competencia intraespecífica, no afectó la densidad promedio ni la resistencia a la flexión de la madera de pino ponderosa. No obstante, el MOE presentó una disminución entre el tratamiento de mayor competencia intraespecífica y la condición de crecimiento libre de competencia. Este mismo patrón fue encontrado en otras especies y se puede asignar a aumentos de la esbeltez debido al aumento de la competencia intraespecífica (Chauhan y Walker 2006), a cambios en la proporción de madera juvenil y madera madura (Dickson et al. 2004) o a variaciones en la proporción de madera tardía y temprana debido al mayor crecimiento de los árboles creciendo con menor competencia (Lasserre et al. 2005).

Los valores de MOR, MOE y densidad son bajos respecto a otras coníferas y a la misma especie a mayor edad. El *Pinus radiata* a una edad similar y en probetas sin defecto, presenta valores de MOR entre 60 y 94 N mm<sup>-2</sup> y de MOE entre 8200 y 11800 N mm<sup>-2</sup> (Rozas et al. 2007), el *Pinus taeda* a los 22 años, 79 N mm<sup>-2</sup> de MOR y 9400 N mm<sup>-2</sup> de MOE (Winck 2013) y el *Pseudotsuga menziesii* a la edad de 28 años presenta valores promedios de 75 N mm<sup>-2</sup>, 10200 N mm<sup>-2</sup> y 0,42 gr cm<sup>-3</sup>, para MOR, MOE y densidad, respectivamente (Diaz Vaz et al. 1988). Para la misma especie, a los 55 años de edad y en probetas, Letourneau y colaboradores (2014) citan valores de MOR de 72 N mm<sup>-2</sup>, MOE de 8000 N mm<sup>-2</sup> y densidad 0,42 gr cm<sup>-3</sup>. Las diferencias tan marcadas entre los valores MOR hallados y los citados en la bibliografía se deben seguramente al tipo de muestra utilizada en los ensayos destructivos.

Las escasas diferencias encontradas entre las tablas del centro y de la periferia, indicarían que las trozas están conformadas por el mismo tipo de madera, seguramente con alta proporción de madera juvenil. El análisis de microdensidad realizado en cada anillo apoya esta idea, solo en el tratamiento de mayor competencia y en los últimos 5 años se pudo observar un aumento de la densidad lo que indicaría el paso de madera juvenil a madera madura. La madera juvenil presenta menor densidad, elementos fibrosos más cortos y propiedades de resistencia menores en comparación con la madera madura (Zobel y Sprague 1998).

### Conclusiones

El manejo de la densidad rodal, no fue determinante sobre los valores tecnológicos obtenidos. El efecto de los nudos en las piezas evaluadas y la alta proporción de madera juvenil parecen ser más relevantes. En este sentido, para mejorar los valores mecánicos de pino ponderosa para uso

estructural habría que intensificar las podas con el objetivo de disminuir el efecto de los nudos en la madera aserrada y llevar el turno de corta a la mayor edad posible.

### Agradecimientos

Especial agradecimiento al encargado de la Ea. Santa Lucía, Thomas Retschizegger, a su personal y los propietarios. Este trabajo fue financiado por el proyecto TOPWOOD: Wood phenotyping tools: properties, functions and quality, Horizon 2020-RISE-2014 y por el proyecto INTA-PRET1281101.

### Bibliografía Citada

Chauhan S, Walker J. 2006. Variations in acoustic velocity and density with age, and their interrelationships in radiata pine. *Forest Ecology and Management* 229: 388-394.

Díaz-Vaz E, Cuevas H, Fernández A, Inzunza I. 1988. Características tecnológicas de *Pseudotsuga menziesii* creciendo en Valdivia. *Bosque* 9(2): 97-101.

Dickson R, Matheson AC, Joe B, Ilic J, Owen JV. 2004. Acoustic segregation of *Pinus radiata* logs for sawmilling. *New Zealand Journal of Forestry Science* 34(2): 175-189.

Fernández-Golfín Seco JI. 2015. Tema 7. Relaciones estructuras-propiedad. Propiedades mecánicas. Análisis del ciclo de vida. Módulo II: La madera estructural como material, Master en Ingeniería de la Madera Estructural, Universidad de Santiago de Compostela, España.

Lasserre JP, Mason E, Watt M. 2005. Effects of genotype and spacing on *Pinus radiata* (D. Don) corewood stiffness in an 11-year old experiment. *Forest Ecology and Management* 205: 375-383.

Letourneau FJ, Medina AA, Andía IR, Andenmatten E, De Agostini N, Mantilario N. 2014. Caracterización xilo-tecnológica de la madera de una plantación adulta de *Pinus ponderosa* de la Patagonia Argentina. *RIA* 40 (2): 196-201.

Polge, H., 1966. Etablissement des courbes de variations de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographies d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants. Application dans les domaines technologiques et physiologiques. PhD thesis, Université de Nancy, Francia.

R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.

Roth BE, Li X, Huber DA, Peter GF. 2007. Effects of management intensity, genetics and planting density on wood stiffness in a plantation of juvenile loblolly pine in the southeastern USA. *Forest Ecology and Management* 246: 155-162.

Rozas C, Vargas Mc G, Anzaldo JH. 2007. Estimación y predicción de las propiedades mecánicas en *Pinus radiata* D. Don de 30 años de edad mediante regresión múltiple. *Floresta* 37 (1): 21-29.

Winck RA. 2013. Influencia del raleo sobre las características anatómicas de la madera y las propiedades físico-mecánicas del *Pinus taeda* L. de la región NE de la Argentina. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Misiones, pp. 87.

Zobel BJ, Sprague JR. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer-Verlag, Berlín. 308 p.

## Micorrizas en plantines de *Nothofagus* producidos en viveros de la región Andino-patagónica

Carron AI <sup>1,2</sup>, Moguilevsky D <sup>1,2</sup>, Fernández NV <sup>1,2</sup>, Garibaldi LA <sup>3</sup>, Fontenla S <sup>1,2</sup>

1 Lab. de Microbiología Aplicada y Biotecnología, CRUB - Universidad Nacional del Comahue

2 IPATEC, Universidad Nacional del Comahue - CONICET

3 IRNAD, Universidad Nacional de Río Negro - CONICET

**Autor de correspondencia:** [ayecarron@gmail.com](mailto:ayecarron@gmail.com)

### Resumen

La importancia de los viveros forestales es producir plantas de buena calidad, que sean capaces de establecerse y desarrollarse, entre otros fines, para favorecer acciones de restauración del bosque nativo. Las especies del género *Nothofagus* poseen ectomicorrizas (EcM). Esta simbiosis incrementa la aptitud vegetal, aumentando la absorción de agua y nutrientes y la resistencia a situaciones de estrés. La interacción estrecha entre la aptitud vegetal y el éxito del establecimiento hace necesario estudiar la relación entre EcM y distintas formas de producción en vivero. Se propuso estudiar las EcM de plantines de *Nothofagus* provenientes de distintos viveros de la región que utilizan diferentes prácticas de cultivo, especies y origen de semillas, a fin de describir cómo estos factores influyen sobre la posible simbiosis. Para ello se utilizaron plantines de 2 a 6 años de *N. antarctica*, *N. dombeyi*, *N. nervosa*, *N. obliqua* y *N. pumilio* provenientes de tres viveros. En cada individuo se evaluó la ocurrencia y se cuantificó el porcentaje de puntas radicales colonizadas por EcM. Todos los individuos tenían EcM, siendo la colonización, en general, superior al 50 %. Estos valores son similares a los observados en plántulas de dos años en un vivero regional. Dentro de los viveros se observaron diferencias en los porcentajes de colonización entre las diferentes especies forestales cultivadas. Los porcentajes de colonización en *N. dombeyi*, *N. pumilio* y *N. obliqua* no presentaron diferencias significativas entre los distintos viveros, independientemente de la edad u origen de la semilla, mientras que en *N. nervosa* y *N. antarctica* la diferencia en los valores de colonización fue significativa con respecto al vivero y al origen de la semilla, respectivamente. Tanto las prácticas de cultivo aplicadas en cada vivero, como las características intrínsecas de cada especie influyen en la colonización micorrícica, esto podría tener relación con la calidad de los plantines y el desempeño de las plantas en el campo.

**Palabras clave:** calidad de plantines, ectomicorrizas, producción forestal.

## Presentación de un proyecto integrado a una red global para el estudio comparativo de la productividad de bosques puros y mixtos

Luis Chauchard<sup>1,3\*</sup>, Abel Velázquez<sup>1</sup>, Hernán Attis Beltrán<sup>1,2</sup>, Renato Sbrancia<sup>1</sup>, Ariel Mortoro<sup>1</sup>, Alejandro Dezzotti<sup>1</sup>, Cristina Frugoni<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Comahue; <sup>2</sup> CONICET; <sup>3</sup> Administración de Parques Nacionales

\*Autor de correspondencia: [chauchard@smandes.com.ar](mailto:chauchard@smandes.com.ar)

### Resumen

Los bosques mixtos pueden presentar ventajas ecológicas, silviculturales y económicas en comparación con los bosques puros, asociadas a la diversidad biológica, el ciclo de nutrientes, la sanidad, la producción y diversificación forestal y el mercado de bienes. La composición arbórea más compleja permitiría la mayor plasticidad alométrica, la partición del nicho ecológico y la redistribución hidráulica, que aumentarían la eficiencia de los árboles en el uso de los recursos aéreos y subterráneos. A través del proyecto global *EU IMXFOR European Triplets*, se conformó una red de estudio de la productividad en un amplio conjunto de ecosistemas forestales mixtos naturales y artificiales, basado en mediciones periódicas físicas y dasométricas en parcelas permanentes. La unidad de muestreo básica es el denominado triplete que consiste en tres parcelas, cada una en bosques con características ambientales comunes pero que difieren en la composición específica: dos son puros de dos especies dominantes distintas y uno es mixto de esas mismas especies. Estos rodales exhiben la fase de desarrollo sucesional, la densidad, la cobertura y el manejo forestal, si tuvieran, equivalentes y contienen al menos 10 árboles dominantes (i.e. con copas extendidas por encima de la canopia e iluminadas completamente) de cada especie. Los rodales del capítulo argentino de este proyecto fueron seleccionados recientemente e incluyen a *Nothofagus dombeyi*, *N. obliqua* y *N. alpina* (*Nothofagaceae*), y se localizan en Quilánlahue (40° 10' S y 71° 30' O, 750 m s.n.m.) y Yuco Alto (40° 09' S y 71° 30' O, 950 m s.n.m.) (Parque Nacional Lanín).

**Palabras clave:** producción forestal, eficiencia ecológica, tripletes.

### Introducción

#### *Productividad de bosques mixtos*

La estructura, dinámica y funcionamiento de las masa mixtas es un tema de investigación de creciente relevancia debido a los posibles beneficios que pueden ofrecer, como el aumento de la producción y las tasas de crecimiento en relación a masa puras, una mayor diversidad estructural y biológica, la mejora de los ciclos de nutrientes, la reducción del riesgo por daños bióticos y abióticos, una mayor diversificación de productos y la reducción del riesgo debido a cambios en el mercado (Pretzsch *et al.* 2010). Además, se resalta uno de estos supuestos beneficios, como el que las masas mixtas proporcionan una mayor biodiversidad que las masas puras (Hooper y Dukes 2004).

Estudios recientes han demostrado que la productividad de los bosques mixtos puede exceder la productividad media ponderada de las masas puras ("overyielding") (Pretzsch *et al.* 2010, Zhang *et al.* 2012, Pretzsch *et al.* 2013, Bielak *et al.* 2014, Rio *et al.* 2014). La estructura mixta de las masas puede desencadenar propiedades emergentes, por ejemplo, la plasticidad alométrica (Dieler y Pretzsch 2013, Pretzsch 2014), la separación espacial de nicho por encima y por debajo del suelo (Richards *et al.* 2010), o la redistribución hidráulica (Caldwell *et al.* 1998), y puede mejorar la eficiencia del uso de los recursos y por lo tanto aumentar la productividad en comparación con las masas puras (Forrester 2015). Una alternativa para la evaluación de la productividad en bosques mixtos es mediante la comparación de los crecimientos y productividades de bosques de dos especies en estructuras similares puras y mixtas.

El Bosque Andino-Patagónico se presenta a lo largo de una estrecha franja entre los 36° 50' y 55° 03' S, desde el Noroeste de la provincia de Neuquén hasta el Sur de Tierra del Fuego, cubriendo

aproximadamente tres millones de hectáreas (SAGPyA 2007). Se extiende longitudinalmente a través de 2.200 km y en el sector más ancho alcanza los 75 km de extensión.

#### *Red de parcelas global*

La mayoría de los estudios mencionados fueron llevados a cabo en bosques templados de Europa, sin desarrollarse aún estudios en otros lugares del mundo. Mediante la vinculación con el proyecto europeo *EU IMXFOR European Triplets* se está desarrollando una red de tres parcelas vinculadas denominadas *Tripletes*, que cubran una amplia gama de ecosistemas de bosques y plantaciones forestales en todo el mundo. Hasta el momento se establecieron tripletes en España, Suecia, Alemania, Portugal, México, y sumándose mediante el proyecto que presentamos, Argentina a través de los tripletes de *Nothofagus* por un lado y de *Austrocedrus – Nothofagus* por el otro. Además se están realizando contactos para ampliar la red en Nueva Zelanda, Chile, Colombia y los Estados Unidos.

En la Reserva Nacional Lanín (40° 9' S y 71° 21' O), desde fines de la década de 1980 se formalizaron planes de ordenación a través de los cuales se realiza el manejo silvicultural del bosque de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. (coihue), *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. (raulí) y *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (roble pellín) (*Nothofagaceae*). En la Argentina, este tipo de vegetación ocupa 313.000 ha del Bosque Andino Patagónico y se desconoce si existen diferencias entre la productividad entre las masas puras y las mixtas. El objetivo del proyecto local es estudiar la hipótesis de variación en la productividad entre bosques puros y mixtos de las mismas especies ("overyielding") y en el presente artículo se presentan los avances en los estudios de productividad entre dos especies de *Nothofagus*. En caso de tener éxito en la conformación de los tripletes de estudio se promoverá la formalización de un acuerdo con el proyecto madre europeo *EU IMXFOR European Triplets*.

El proyecto se está llevando a cabo entre el Asentamiento Universitario San Martín de los Andes y la Administración de Parques Nacionales, con el apoyo del Centro de Investigación y Extensión Andino Patagónico (CIEFAP) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

#### **Materiales y Métodos**

##### *Área de estudio*

Los rodales a estudiar están compuestos por *Nothofagus dombeyi*, *N. obliqua* y *N. alpina*, localizados en la cuenca de los Lagos Lácar y Nonthué, que se extiende en sentido oeste-este teniendo en su cabecera oriental la ciudad de San Martín de los Andes. La cuenca mayormente se encuentra dentro del Parque Nacional Lanín, jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales. La ladera norte de la cuenca es atravesada por la Ruta N° 48 que une la localidad de San Martín de los Andes y la frontera con Chile.

El clima es templado-frío y húmedo, causado por el ingreso de masas de aire húmedo desde el Océano Pacífico a través de los profundos valles transversales, que pierden gran parte de su humedad en forma de precipitaciones (Frenguelli 1941). Los vientos húmedos del oeste provocan un gradiente de precipitaciones que disminuye desde el occidente hacia el límite oriental (SAGPyA 2007). El régimen de las precipitaciones es invernal, produciéndose una estación seca diferenciada en primavera/verano. Las mayores temperaturas medias anuales se dan en el norte (9,5°) y las menores en el sur (5,4°), y la amplitud térmica varía en el mismo sentido, siendo de 14°C en el norte y de 4°C en el sur (SAGPyA 2007). Las diferencias altitudinales y la heterogeneidad del relieve originan una gran variedad climática.

Un proceso característico en el norte del Bosque Andino Patagónico es el vulcanismo, el cual cubrió el área a través de repetidas erupciones con un manto de cenizas volcánicas. Luego la meteorización dio lugar a suelos formados por arcillas alofánicas. En el oeste hay Litosoles, que son suelos característicos de altas cumbres, y a medida que se avanza hacia el este hay Andosoles que luego le dan lugar a Cambiosoles y finalizan en el límite con la estepa con Regosoles (SAGPyA 2007).

### *Elección de sitio y muestreo*

Se comenzó con salidas exploratorias para identificar las posibles áreas de muestreo, las cuales debían respetar un protocolo armado para estos estudios en base a los criterios establecidos en el proyecto europeo *EU IMXFOR European Triplets* (Bravo, 2015). El propósito fue realizar mediciones expeditivas de sitios con condiciones para instalar un el grupo de parcelas que conformarán un triplete para hacer un listado de sitios potenciales. Una vez que se contó con varios sitios se procedió a instalar las parcelas de acuerdo al protocolo.

El triplete consiste en un conjunto de tres parcelas que poseen características comunes pero diferencias en la composición o tipo forestal, dos de ellas contienen un bosque puro de dos especies distintas y una tercera contiene un bosque mixto de ambas especies. El tamaño variará en función de cumplir con un número mínimo de árboles dominantes bajo cobertura completa. Se consideran como mixtas las parcelas cuyo bosque contenga una proporción superior a 20% del área basal (AB) de una de las especies. Las parcelas dentro del triplete debían tener condiciones similares de sitio, edad/fase de desarrollo, densidad y manejo, para que sus producciones sean comparables. Las parcelas de los tripletes deben tener un tamaño suficiente para contener un mínimo de 10 árboles dominantes en las parcelas puras y 10 de cada especie en la mixta. Además, deben tener una misma calidad de sitio y de ser posible tener una edad próxima a la culminación del crecimiento medio máximo (IMA máximo) y no haber sido intervenidas en los últimos 10 años. De todas formas se ha aceptado desde la dirección del proyecto europeo la posibilidad de instalar algún triplete en bosques en máximo crecimiento corriente (latizales). La evaluación de la calidad de sitio se realizó mediante la altura dominante (Attis Beltrán *et al.* 2015)

### *Instalación de tripletes*

Los pares de especies escogidas previamente para el estudio fueron *N. obliqua* – *N. alpina* y *N. dombeyi* – *N. obliqua*. Los sitios preseleccionados fueron registrados por sus coordenadas geográficas con receptores GPS y además se tomaron fotografías. Las formas y tamaños de las parcelas variaron según la estructura y el cumplimiento de las condiciones requeridas.

Se midieron de cada árbol, el diámetro a la altura del pecho (dap) (cinta diamétrica, cm), la altura total y la de inicio de la copa (vertex Haglof, m) dos diámetros de la proyección de la copa (cinta métrica y clinómetro, m) y se clasificó por la forma y el estado sanitario del árbol. Además los árboles dominantes fueron barrenados en dos sentidos (barreno de Pressler). Finalmente se ubicaron cada uno de los árboles de cada parcela en un mapa de coordenadas "x-y".

Resta completar la extracción de muestras de barreno y proceder a la medición. Además, se tiene identificado un sector de latizales (bosques secundarios post-aprovechamiento según plan de ordenación) para evaluar la conformación de un triplete en fase de máximo crecimiento corriente.

### **Resultados Preliminares**

Se recorrió la Ruta Nº 48 dentro del Parque Nacional Lanín, en sitios cercanos e ingresando a otros más alejados por sendas conocidas. Así se ingresó en las zonas denominadas: Población Arriagada, Cerro Quilanlahue, Cuartel Forestal Yuco Alto, Lagunas Las Corinas y Seccional de Guardaparques Yuco, en donde se seleccionaron potenciales sitios para instalar los tripletes de las especies en estudio (Tabla 1). Estos tripletes serán confirmados una vez que se verifique que cumplen el protocolo.

**Tabla 1:** Número de puntos pre-evaluados de las tres especies, sus coordenadas y sus tipos forestales.

Áreas Candidatas	Nº de Triplete	Localización		Especie 1	Especie 2	Estado desarrollo
		Longitud	Latitud	Nombre Científico	Nombre Científico	
Quilanhue	1	71° 27' 16" W	40° 07' 32" S	<i>N. alpina</i>	<i>N. obliqua</i>	max MAI
Yuco Alto	2	71° 31' 15" W	40° 08' 46" S	<i>N. obliqua</i>	<i>N. dombeyi</i>	max MAI
Las corinas	3	71° 31' 33" W	40° 09' 49" S	<i>N. obliqua</i>	<i>N. dombeyi</i>	max MAI
Secc. Yuco	4	71° 30' 29" W	40° 09' 12" S	<i>N. alpina</i>	<i>N. obliqua</i>	max MAI

Hasta el momento se instalaron dos tripletes, uno en la zona de Quilanhue (Tabla 2), denominada Población Arriagada, que se corresponde con un bosque mixto de las especies *N. obliqua* – *N. alpina* (TNo/Na), y otro en la zona de Yuco Alto (Tabla 3) que corresponde a *N. obliqua* – *N. dombeyi* (TNo/Nd). En el caso del triplete TNo/Na las superficies fueron de 2.123 m<sup>2</sup> para la parcela mixta, de 560 m<sup>2</sup> para la parcela de *N. alpina* y de 410 m<sup>2</sup> para la parcela de *N. obliqua*. En el triplete TNo/Nd fueron de 550 m<sup>2</sup> para la parcela mixta, de 260 m<sup>2</sup> para la parcela de *N. dombeyi*. Actualmente se está instalando y midiendo la parcela de *N. obliqua*. A continuación se presentan los resultados de cada Triplete.

**Tabla 2:** Principales características dasométricas del Triplete Quilanhue (Población Arriagada).

Parcela	Frecuencia (ind/ha)	AB (m <sup>2</sup> ) No	AB (m <sup>2</sup> ) Na	AB (m <sup>2</sup> )	Altura dominante
Mixta	198	41	18	59	34.6
<i>N. alpina</i>	321	23	74	96	30.9
<i>N. obliqua</i>	441	101	0	101	36.7

**Tabla 3:** Principales características dasométricas del Triplete Cuartel Forestal Yuco Alto (falta medir la parcela pura de *N. obliqua*).

Parcela	Frecuencia (ind/ha)	AB (m <sup>2</sup> ) No	AB (m <sup>2</sup> ) Na	AB (m <sup>2</sup> )	Altura dominante	Dg
Mixta	254	41.5	66.2	107.64	30.9	58.84
<i>N. dombeyi</i>	510	0.00	138.2	138.71	34.2	51.02
<i>N. obliqua</i>	--	--	--	--	--	--

Se ha realizado el procesamiento básico de las parcelas, como se expuso, falta completar el barrenado, del cual se obtendrá información fundamental sobre el incremento en un período dado. El procesamiento final sería realizado en Europa, si las condiciones se concluyen como apropiadas para el estudio de productividad.

### Bibliografía Citada

Attis Beltrán H., L.M. Chauchard, G. Martínez Pastur, 2015. Curvas preliminares de índice de sitio para bosques puros y mixtos de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* en la Patagonia Argentina. Bosque 36 (2): 275-286.

- Bielak K., Dudzinska M., Pretzsch H. (2014). Mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) can be more productive than monocultures. Evidence from over 100 years of observation of long-term experiments. *For Syst* 23(3):573–589
- Bravo F. 2015. Guidelines for establishment of the triplets, measurement, increment boring and date processing. Worldwide MIXFOR triplets study. Documento inédito Universidad de Valladolid, España. Requerir fbravo@pvs.uva.es 7 p.
- Caldwell M.M., Dawson T.E., Richards J.H. (1998). Hydraulic lift: consequences of water efflux from the roots to plants. *Oecología* 113:151–161
- Chen H., Klinka K., Mathey A.H., Wang X., Varga P., Chourmouzis C. (2003). Are mixed-species stands more productive than single-species stands: an empirical test of three forest types in British Columbia and Alberta. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(7), 1227-1237
- Dieler J., Pretzsch H. (2013). Morphological plasticity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in pure and mixed-species stands. *For Ecol Manag* 295:97–108
- Forrester D.I. (2015). Transpiration and water-use efficiency in mixed- species forests versus monocultures: effects of tree size, stand density and season. *Tree Physiol* 35:289–304
- Frenquelli J. 1941. Rasgos principales de la fitogeografía Argentina. *Revista Museo de la Plata* 13: 5-181.
- Hooper D., Dukes J. 2004. Overyielding among plant functional groups in a long-term experiment. *Ecology Letters* 7: 95-105.
- Pretzsch H. (2014). Canopy space filling and tree crown morphology in mixed-species stands compared with monocultures. *For Ecol Manag* 327:251–264
- Pretzsch H., Bielak K., Block J., Bruchwald A., Dieler J., Ehrhart H.P., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zasada M., Zingg A. (2013). Productivity of pure versus mixed stands of oak (*Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. *Eur J For Res* 132(2):263–280
- Pretzsch H., Block J., Dieler J., Dong P.H., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zingg A. (2010). Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Ann For Sci* 67:1–12
- Richards A.E., Forrester D.I., Bauhus J., Scherer-Lorenzen M. (2010) The influence of mixed tree plantations on the nutrition of individual species: a review. *Tree Physiol* 30(9):1192–1208
- Rio M., Condes S., Pretzsch H. (2014) Analyzing size-symmetric vs.size-asymmetric and intra-vs. inter-specific competition in beech (*Fagus sylvatica* L.) mixed stands. *For Ecol Manag* 325:90–98
- SAGPyA (2007). Primer Inventario Nacional de Bosque Nativo, Informe Regional Bosque Andino Patagónico. Producciones Gráficas S.A. 61 pp.
- Zhang Y., Chen H., Reich P.B. (2012). Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: a global meta- analysis. *J Ecol* 100(3):742–749

## Plantación con dispositivo individual de recolección y almacenamiento de agua en la estepa patagónica

Ciari G <sup>1</sup>, Buduba CG <sup>1,2</sup>, Opazo W <sup>1</sup>, Caruso C <sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA Esquel, INTA

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB, Sede Esquel

**Autor de correspondencia:** [geociari@hotmail.com](mailto:geociari@hotmail.com)

### Resumen

En regiones en donde la disponibilidad de agua proviene principalmente de las precipitaciones invernales, la implantación de árboles debe acompañarse con propuestas tecnológicas que aseguren la oferta hídrica durante los meses de mayor demanda evapotranspirativa. En este sentido, existen algunas alternativas técnicas con muy bajo nivel de adopción. Actualmente se dispone de una novedosa tecnología que consiste en dispositivos individuales para cada árbol que pueden recargarse con agua durante las lluvias y/o por condensación de la humedad atmosférica. Esta agua es almacenada en un volumen importante junto al árbol y liberada lentamente durante la época de mayor crecimiento vegetal. El objetivo de este trabajo fue poner a prueba el comportamiento de uno de estos dispositivos que se ofrecen en el mercado bajo la marca comercial de Groasis Waterboxx. En el paraje de Sierras de Tecka, en el Oeste de Chubut, con una precipitación media anual de 250 mm se instalaron los contenedores plásticos según las recomendaciones del fabricante. Se plantaron en diciembre de 2013, en un sitio degradado, 19 pares de ejemplares de olivo de bohemia (*Elaeagnus angustifolia*). Las 38 plantas en maceta, con 3 años de edad de vivero, se dispusieron al azar, una dentro del dispositivo y otra a un 1 metro de distancia. Todas las plantas fueron protegidas contra la herbivoría. En abril de 2015, luego de dos veranos, se realizó la evaluación final. Las plantas dentro de los contenedores presentaron una supervivencia del 100 % y aspecto saludable, observándose crecimiento vegetativo. El 47 % de las plantas sin reserva de agua, sobrevivieron con escaso o nulo crecimiento. No obstante estos resultados, los contenedores tienen un alto costo de adquisición y de instalación en el terreno, que los hacen poco viables para grandes plantaciones. Por otro lado, es importante seguir evaluando el comportamiento de los árboles una vez retirado el dispositivo, pues se observó un importante crecimiento radical superficial, que al extraer el recipiente plástico, quedaron muy susceptibles a la desecación.

**Palabras clave:** tecnología de plantación, estepa, riego.

## Protocolo para el monitoreo de invasiones de coníferas exóticas en el N.O. de la Patagonia argentina

Juan Pablo Diez<sup>1\*</sup>, Mauro M. Sarasola<sup>1</sup>, Santiago Varela<sup>1</sup>, Martín Núñez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA Bariloche, INTA; <sup>2</sup> Laboratorio Ecotono, INIBIOMA, Universidad Nacional del Comahue – CONICET

\* Autor de correspondencia: diez.juan@inta.gob.ar

### Resumen

En el N. O. de la Patagonia argentina, las plantaciones con coníferas exóticas de rápido crecimiento ocupan 96.541 ha, de las cuáles la mayor parte corresponde a *Pinus ponderosa*, y en menor medida a *Pseudotsuga menziesii* y *Pinus contorta*. Si bien estos sistemas productivos brindan beneficios asociados al uso de la madera y la demanda de mano de obra directa o indirectamente relacionada, la falta de manejo puede generar pasivos ambientales y económicos vinculados con la invasión biológica de sus zonas aledañas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un protocolo para la planificación del monitoreo que permita, por un lado a nivel regional, identificar zonas con diferente riesgo de ocurrencia de invasión de pinos, y por otro lado a nivel predial, priorizar acciones de control. Los decisores deben adoptar estas acciones en base a un diagnóstico que les permita identificar una invasión actual o la probabilidad de ocurrencia. La información para la evaluación regional (de la plantación, el ambiente lindante, la topografía y el dominio del predio) se compila en un sistema de información geográfico para determinar zonas con riesgo bajo, medio y alto de invasión, a partir de las cuales se seleccionan los predios de monitoreo. Una vez finalizado el monitoreo se obtiene un puntaje que se vincula con la propuesta de acción en el predio, que varía desde la no intervención y hasta el control inmediato de la invasión. Junto con los protocolos se elaboran instructivos para detectar las posibles zonas de conflicto por invasión biológica y la selección de planes de acción a nivel regional y predial. Esta herramienta, adoptada por las autoridades provinciales y los administradores de establecimientos rurales, reduciría los problemas ambientales y económicos asociados a la invasión biológica.

**Palabras clave:** problema ambiental, pinos, plantaciones.

### Introducción

La existencia de plantaciones con coníferas exóticas en el N.O. de la Patagonia Argentina (principalmente pino ponderosa, *Pinus ponderosa*; pino oregón, *Pseudotsuga menziesii*; pino murrayana, *Pinus contorta*) constituye un sistema de importancia que manifiesta tanto beneficios como riesgos. Entre estos últimos, pueden mencionarse efectos derivados de un manejo casi inexistente de las mismas que hoy generan pasivos ambientales y económicos como lo son las invasiones biológicas. Este trabajo apuntó a la generación de una estrategia para el monitoreo y control de las invasiones biológicas contemplando aspectos tales como un contexto de recursos humanos y económicos finitos y una gran extensión geográfica, abordando la problemática a escala regional y predial. A continuación se detalla una propuesta metodológica en función de evitar inconvenientes a corto plazo:

#### **Protocolo a escala regional**

Los objetivos de este protocolo se relacionan con la necesidad de brindar a los tomadores de decisiones regionales y/o provinciales una herramienta de identificación de zonas con diferente riesgo de ocurrencia de invasión y a partir de ello priorizar acciones. El protocolo brinda una herramienta que permite desde gabinete comenzar a delinear un sistema de información geográfica (SIG) donde se identifiquen zonas de alto, medio y bajo potencial o riesgo de ocurrencia de invasión y así definir un sistema de monitoreo. El sistema de monitoreo debería a su vez estar contenido dentro del desarrollo de un SIG provincial más amplio, que además de contar con las capas tradicionales tenga en cuenta la siguiente información, la cual debe ser enriquecida con el paso del tiempo:

-**Plantaciones forestales:** polígonos con la información de la especie plantada, edad, superficie, ubicación.

-**Ambiente lindante a las plantaciones:** estepas, mallines, matorrales, bosques bajos o bosques altos.

-**Cartografía de los predios e información del propietario:** nombre, teléfono y correo electrónico de contacto.

Determinación de zonas de riesgo: deben clasificarse las plantaciones según su edad. Éste indicador es clave debido al conocimiento local sobre la edad de inicio de producción de semillas de las diferentes especies, así como la edad de inicio de generación de reclutamiento. Para ello se utiliza la información comprendida en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Información de tiempo de reproducción y colonización de las especies

Especie	Edad inicio producción de semillas	Edad inicio producción altas cantidades de semillas	Edad media de inicio de reclutamiento
pino murrayana	5-10	10 a 20	10
pino oregón	12-15	20 a 40	15
pino ponderosa	15	40 a 60	18

En función de esta información, debe aplicarse una clasificación de las plantaciones presentes en la base de datos en diferentes rangos de edad para las distintas especies que se observan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Rangos de priorización según especie y edad.

Especies/edad	< 8	8 - 15	15-20	20-40	>40
pino murrayana	4	2	1	1	1
pino oregón	4	4	3	1	1
pino ponderosa	4	4	3	2	1

Posteriormente se establecen rangos de prioridad para la realización de un monitoreo a campo (1 a 4): donde el rango 1 es el de mayor prioridad y el rango 4 el de menor prioridad (sin necesidad de monitoreo). Si el sistema de información tiene identificado el sistema lindante puede aplicarse una segunda tabla de riesgo de invasión la cual se detalla a continuación (Tabla 3).

**Tabla 3.** Probabilidades de invasión en el mediano a largo plazo según la relación especie –ambiente (1 a 3). Referencias: 1 = alta probabilidad, 2 = probabilidad media, 3 = baja probabilidad.

Especie/ambiente lindante	Estepa	Matorral	Bosque
pino murrayana	1	2	3
pino oregón	3	2	1
pino ponderosa	1	2	3

Contándose con la información de las dos tablas se pueden combinar los índices de riesgo y priorizar la decisión de monitoreo en función de la edad y el ambiente, dando mayor peso a la edad de la plantación y en segundo término al ambiente lindante (ej. ante una situación 1-2 y 2-1, 1-2 tiene una mayor prioridad de acción).

#### **Protocolo de monitoreo a nivel predial**

El objetivo del protocolo es que los decisores (ej. administradores de campos) puedan tener una herramienta que permita definir sus acciones de control de los procesos de invasión a escala predial en pos de realizar el control preventivo para evitar la ocurrencia de la invasión propiamente dicha.

En base al resultado del monitoreo, se debe llegar a un diagnóstico que permita identificar los momentos donde la intervención es necesaria y prioritaria. El protocolo debe permitir realizar un diagnóstico expeditivo en función de la medición de variables sencillas, y a partir de ese estado decidir los pasos a seguir.

El sistema debe nutrirse de la siguiente información local: ***especie plantada, edad, ambiente lindante, estado del ambiente lindante y una estimación rápida de la presencia de regeneración natural de pinos, tanto en densidad, tamaño de las plantas y distancia alcanzada.***

Las planillas de campo deben contar con información detallada de la plantación evaluada siendo fundamentales la fecha de inspección, datos catastrales, especie, edad de plantación y altura promedio de la misma. Es de utilidad la descripción del sistema lindante (estepa o sistema boscoso) y su estado (pastoreada o no, en el caso de la estepa y cobertura en el caso de sistemas boscosos). La gran pregunta que debemos responder es: ¿existe la presencia de renovales de pino > a 0,5 m de altura fuera de los límites de la plantación? En caso negativo, termina el monitoreo (si existieran renovales < a 0,5 m, se considera que no están instalados todavía pero deberá anotarse su presencia y abundancia en Observaciones). En caso de que la respuesta haya sido positiva, se deberá estimar la distancia lineal desde el frente de avance, en la cual se registra la presencia de renovales en tres rangos: 0-100 m, 100-1000 m y > 1000 m del frente de avance. Se debe realizar una descripción más detallada dentro de los primeros 100 metros de invasión desde el frente de avance, parcializando dicha distancia en 3 segmentos (0-25 m, 25-50 m y 50-100 m). En ellas se deberá estimar la densidad de la invasión así como también el tamaño de los renovales (altura estimada). Los rangos en los que se puede parcializar la densidad de renovales tienen una equivalencia en distancia lineal entre plantas y son los siguientes:

- <100 ind/ha equivale a un distanciamiento medio entre plantas > 10 m.
- 100-500 ind/ha equivale a un distanciamiento 5-10 m.
- 500-1000 ind/ha equivale a un distanciamiento 3,5-5 m.
- 1000-10000 ind/ha equivale a un distanciamiento 1-3,5 m.
- >10000 ind/ha equivale a un distanciamiento <1 m entre plantas.

Se deberá marcar en cada franja evaluada la cantidad de renovales en porcentaje mediante una estimación visual en 3 rangos a saber: 0,5-2 m, 2-5 m y >5 m.

Es de fundamental importancia apuntar el dato de presencia o ausencia de individuos con conos y su porcentaje del total de renovales. En caso de que hubiera renovales con conos a grandes distancias deberá ser registrado en el ítem de observaciones. En la planilla de monitoreo hay un espacio para graficar la forma del rodal, su orientación y el lado monitoreado. El dibujo debe tener una marca que determine el Norte y la dirección predominante de los vientos. Individuos de más de 2 metros de altura para el caso de pino murrayana y más de 5 a 7 metros de altura para pino ponderosa y oregón tienen alta probabilidad de ser individuos que producen semilla, por lo tanto en el caso de que se encuentren individuos de estas características deben ser controlados.

A partir de los datos ingresados en la planilla se realiza una categorización del riesgo en base al ambiente evaluado y se recomienda o no su control efectivo. Se plantea así una metodología lo más sencilla posible, que no requiere de mucho instrumental para el monitoreo (sólo brújula y cinta métrica de por lo menos 15 metros).

### ***Acciones Prioritarias de control***

Lo primero que hay que tener en cuenta es que cuando existan renovales de tamaño mayor a 2 metros a grandes distancias, debe hacerse lo posible para su erradicación, ya que los mismos pueden ser foco del avance de las invasiones a grandes distancias y a veces a lugares poco accesibles, causando graves problemas ambientales.

El criterio de intervención debe estar marcado por un umbral que, al superarse, implique desembolsos económicos excesivos relacionados al tiempo e insumos necesarios para llevar adelante la acción. Por lo tanto se debe priorizar intervenir en situaciones de invasión temprana en donde el control es más rápido y económico.

Para evaluar o no la intervención debe considerarse que especie está invadiendo y en qué ambiente. Cada especie invasora es más perjudicial en un ambiente determinado, y puede llegar a ser inocua en otro ambiente. El control debe ser direccionado cuando el ambiente además de estar degradado puede ser la situación ecológica óptima para la especie invasora.

Debe ser prioritaria la eliminación de la invasión cuando se encuentra en los primeros 50 metros desde el borde de la plantación, los renovales no superan los 2 m de altura y la densidad de los mismos es < a 1000 ind/ha.

Densidades de entre 1.000 y 10.000 ind/ha implican una estrategia de control extendida en el tiempo o una gran necesidad de mano de obra.

Si la densidad de la invasión es elevada (> 10.000 ind/ha), el tamaño de los renovales es en más de un 50% > a 2 m y en más de un 20 % > a 5 metros, se deberá consensuar la posibilidad de mover el frente de avance resignando una superficie.

*Cómo intervenir. Evaluación del método de control de invasiones a aplicar:*

- < 1-2 cm diámetro de la base: extracción manual, hacha o machete.
- < 8 cm diámetro de la base: Motoguadaña.
- > 8 cm diámetro de la base: Motosierra.

En caso de encontrarse invasiones con individuos de menos de 50 cm de altura, no es conveniente el control mecánico debido a que quedan brotes laterales que permiten que la planta rebrote. Si fuera poca la cantidad y se quiere controlar, se recomienda el arrancado manual. A continuación se muestra en la tabla 4 una planilla de relevamiento predial.

**Tabla 4.** Planilla de monitoreo a nivel predial.

Datos de la Plantación evaluada.						
Sitio:		Latitud:		Fecha:		Especie:
Establecimiento:		Longitud:		Edad:		Altura:
Ambiente natural lindante:				Estado:*		
*(en caso de estepas, con o sin pastoreo), en casos de sist. boscosos (cobertura alta, media o baja)						
Presencia de renovales de pino >0,5 m de altura fuera de la plantación :				Si		No
(En caso negativo se termina el monitoreo. Si hay renovales <0,5m apuntarlo en observaciones)						
Ante la presencia de renovales, estimar la distancia desde el frente de avance						
0-100 mts <input type="checkbox"/>		100-1000 mts <input type="checkbox"/>		>1000 mts <input type="checkbox"/>		
Cuando los renovales se encuentren en los primeros 100 metros desde el frente de avance, detallar las densidades en las siguientes distancias. (Realizar estimación visual). Se recomienda en densidades heterogeneas, llenar una planilla cada 200 m lineales paralelos al frente de avance.						
Variables evaluadas			Distancia al frente de avance:			
Distribución de la Invasión			0-25 m	25-50 m	50-100 m	
Homogénea						
Heterogénea						
Densidad estimada (en caso de densidad heterogénea, marcar en al menos 2 casilleros) % del total en c/franja.			0-25 m	25-50 m	50-100 m	
< 100 ind/ha (%) (> a 10 mts entre pinos)						
100-500 ind/ha (%) (5-10 mts entre pinos)						
500-1000 ind/ha (%) (3,5-5 mts entre pinos)						
1000-10000 ind/ha (%) (1-3,5 mts entre pinos)						
>10000 ind/ha (%) (< a 1 mts entre pinos)						
% ind. invasores de las distintas alturas (en caso de densidad heterogénea, marcar en al menos 2 cuadros)			0-25 m	25-50 m	50-100 m	
0,5-2 m						
2-5 m						
>5 m						
Presencia de conos (% del total de individuos)						
Croquis de la cortina o plantación. (Ubicar el norte, la dirección predominante del viento, la forma de la plantación o cortina y especificar el lado muestreado)						
Observaciones:						

### Conclusiones

Los protocolos para el monitoreo a escala regional y predial son una herramienta de gran importancia, proponiéndose en una primera etapa un ordenamiento de la información existente y en base a ésta la planificación de un monitoreo a campo. El monitoreo a nivel predial ayuda al administrador del campo y a sus ayudantes a tener un criterio de cuándo, dónde y cómo intervenir, en el caso de una invasión instalada de coníferas exóticas.

## Susceptibilidad, mortandad y crecimiento en diámetro de salicáceas en General Conesa (Río Negro)

Echevarria DC <sup>1</sup>, Segura AR <sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA Valle Inferior del Río Negro, INTA - Convenio Provincia de Río Negro - INTA

<sup>2</sup> AER General Conesa, EEA Valle Inferior del Río Negro, INTA

**Autor de correspondencia:** *echevarria.daniela@inta.gob.ar*

### Resumen

En la Escuela CET N°4 de General Conesa se realizó un ensayo de 390 plantas de Salicáceas en una superficie aproximada de 1,5 ha donde se probaron distintos tipos de clones, particularmente de álamos: Conti 12, Alton, Triplo, BK 1, Bellini, 190/68, 217/68, Stoneville y otros sin identificar. En 2012, presentando un estado avanzado de crecimiento en diámetro, se identificaron los individuos con aerosoles de distintos colores según el tipo de clon y se observó la mortandad de los ejemplares. La Escuela identificó las especies más resistentes a cancrrosis (Triplo, BK1 y Conti 12) y las más susceptibles (190/68 y 217/68), además de identificar una franja de suelo deficiente donde los ejemplares no sobrevivieron. En 2016, la EEA Valle Inferior del Río Negro del INTA midió el DAP de todas las plantas que se encontraban presentes al momento, incluso aquellas quebradas a una altura mayor a 1,3 m. Por la dificultad de obtener un dato preciso de altura, sólo se registraron las de los árboles caídos y se estimó un promedio con todas las observaciones. Utilizando imágenes de alta resolución, se ubicó el ensayo espacialmente y se pudo observar de manera visual la franja de suelo deficiente detectada cuatro años antes. Las mediciones a campo permitieron sacar conclusiones similares a las obtenidas en 2012 en cuanto al porcentaje de mortandad y/o pérdida. Concluyendo, con respecto a las mediciones en diámetro, los mayores fueron logrados por Triplo, seguidos por Conti 12 y BK 1. Los menores diámetros, en cambio, se registraron en los clones 190/68 y 217/68, los cuales también fueron los más susceptibles a cancrrosis y sufrieron el mayor porcentaje de mortandad.

**Palabras clave:** cancrrosis, resistencia, álamos

## Crecimiento de coníferas de España y el noreste de Estados Unidos en Chubut: resultados a los 15 años

Enricci JA <sup>1</sup>, Gonda HE <sup>1,2</sup>, Contardi L <sup>1,2</sup>, Nuñez E <sup>1</sup>, Troncoso O <sup>1,2</sup>, Mondino VA <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB

<sup>2</sup> CIEFAP

<sup>3</sup> EEA Esquel, INTA

Autor de correspondencia: [hgonda@ciefap.org.ar](mailto:hgonda@ciefap.org.ar)

### Resumen

El *Pinus ponderosa* es la especie exótica más plantada en la zona cordillerana de Patagonia norte. Si bien se desarrolla satisfactoriamente, sería deseable poder forestar con otras especies. En el año 2001 se establecieron dos ensayos para estudiar el comportamiento de varios orígenes de 4 especies de pinos provenientes de España: 7 de *Pinus halepensis*, 5 de *Pinus nigra*, 5 de *Pinus pinaster*, y 4 de *Pinus sylvestris*. Uno de ellos se instaló en Valle Chico, a 15 km de Esquel, y el otro en Mallín Grande, a 15 km de Corcovado. Ambos se instalaron como bloques completos al azar, con tres repeticiones el primero y dos el segundo; cada parcela incluyó 16 árboles plantados a 3 x 3 m y los datos se analizaron mediante el análisis de la varianza. Desde su instalación ambos ensayos se midieron cada dos o tres años hasta el invierno de 2016. En Esquel se destacó un origen de *Pinus pinaster* (h= 4 m), seguido por 3 orígenes de *Pinus sylvestris* (h= 3,5 m). En Corcovado sobresalió un *Pinus sylvestris* (h=2,8 m) seguido por 3 orígenes del *Pinus nigra* (2,4 m). En ambos ensayos varios orígenes de *Pinus nigra* y de *Pinus pinaster* alcanzaron el 80 % del tamaño de los más grandes, y los orígenes de *Pinus halepensis* fueron los más pequeños y perdieron en su mayoría la dominancia apical. También en el año 2001, se estableció en Mallín Grande un ensayo para estudiar el comportamiento de varios orígenes de 6 especies provenientes del noroeste de Estados Unidos: 3 de *Pinus lambertiana*, 2 de *Pinus jeffreyi*, 1 de *Pinus monticola*, 1 de *Abies concolor*, 1 de *Abies grandis*, y 1 de *Larix occidentalis*. El diseño fue de bloques al azar con 3 repeticiones; el distanciamiento y el análisis no difirieron de los ensayos anteriores. Los dos orígenes de *Pinus jeffreyi* y el de *Pinus monticola* alcanzaron mayor tamaño (h= 6,5 m), duplicando el crecimiento del *Pinus lambertiana*, y cuatriplicaron el de los *Abies* y el *Larix*. Los tres ensayos se ubicaron en sitios típicos para la instalación de forestaciones e incluyeron como testigo al pino ponderosa que fue superado en crecimiento por la mayoría de los orígenes evaluados.

**Palabras clave:** Patagonia, coníferas, forestación.

## Relaciones suelo-paisaje y calidad de sitio para pino ponderosa en el sur de Neuquén, Argentina

María Cristina Frugoni\*<sup>1</sup>, Gabriel Falbo<sup>1</sup>, Dolores Zapiola<sup>1</sup>, Alberto Luis Rabino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue

\*Autor de correspondencia: [crisfrugoni@gmail.com](mailto:crisfrugoni@gmail.com)

### Resumen

Sobre la base de que el suelo es tanto paisaje como perfil, en este trabajo se estudió cómo diversas geoformas están relacionadas con la edafogénesis y cómo varió la fertilidad física -referida a las características morfológicas de los suelos que favorecen o limitan la exploración radicular- afectando el crecimiento de las plantaciones de *Pinus ponderosa* (pino ponderosa). El área de estudio se encuentra localizada en una porción del perillago al oeste del embalse Alicura en el sur de la provincia del Neuquén, Argentina. Abarca una franja entre la Ruta Nac. 237 y el embalse, entre las coordenadas 40°37'27" LS 70°59'11" LO y 40°42'36" LS 71°01'49" LO. El clima general es templado sub-húmedo de tipo mediterráneo, con inviernos fríos y húmedos (media de invierno 4°C y 258 mm) y veranos templados y secos (media de verano 17°C y 34 mm). Las precipitaciones medias anuales son de 500 mm y la temperatura media anual es de 14°C. El edafoclima es entonces de tipo xérico y méxico. Es un campo forestal perteneciente a YPF S.A. forestado principalmente con pino ponderosa, que presenta variadas geoformas. Se relevaron 9 puntos de muestreo, abarcando diversas condiciones de sitio, en parcelas de un inventario forestal. Se caracterizó el suelo y el paisaje en cada parcela. Se definió la profundidad efectiva del suelo hasta la aparición de limitaciones físicas para la exploración radicular en el perfil: horizontes arcillosos con arcillas expandibles, consistencias duras o muy adhesivas, presencia de un manto rocoso, presencia de raíces muertas. La calidad de sitio se determinó con el largo de los 5 entrenudos (índice de entrenudos) por encima del diámetro a la altura del pecho (DAP) de una cantidad proporcional a los 100 árboles dominantes por hectárea. Se realizó un análisis de correlación para estudiar la relación entre las variables dasométricas y edáficas. Se encontraron claras relaciones geopedológicas: las cimas, hombros y pendientes superiores convexas poseen suelos someros derivados de tufitas (25-40 cm), mientras que las pendientes inferiores lineales y cóncavas desarrollan suelos profundos de cenizas volcánicas (100-130 cm). Se observaron también suelos de profundidades intermedias (65-90 cm) en algunas pendientes superiores e inferiores sujetas a procesos de erosión hídrica. Por otra parte, se encontró una correlación lineal positiva entre la profundidad efectiva del suelo y la calidad de sitio de las plantaciones.

**Palabras clave:** geopedología, andisoles, índice de entrenudos

### Introducción

La productividad de las plantaciones de *Pinus ponderosa* (pino ponderosa) y su relación con los factores físicos del sitio ha sido motivo de investigación de diversos autores. Los resultados muestran la importancia de la fertilidad física del suelo (Taboada et al. 2002) en el desarrollo de los árboles. Broquen et al. (1998) desarrollaron un modelo predictor de índice de sitio para la mencionada especie. Encontraron que de todas las variables analizadas, las más explicativas del índice de sitio fueron las del suelo: profundidad efectiva, materia orgánica, agua presente al fin de la estación seca en relación al punto de marchitez permanente. La profundidad del suelo fue la variable de mayor significancia. Estudios recientes muestran similares resultados, destacando como más relevantes la profundidad del suelo y el contenido de humedad del mismo, ingresando también la temperatura media como una nueva variable explicativa del rendimiento del pino ponderosa (Loguercio et al. 2015a). El estudio de zonificación del potencial forestal realizado por Ferrer et al. (1990a) también considera condiciones de paisaje y edáficas para discriminar las áreas según su aptitud: pendiente, capacidad de retención hídrica, profundidad, textura, drenaje. La profundidad efectiva de los suelos en la región noroeste de Patagonia está directamente relacionada con el

espesor de los depósitos de cenizas volcánicas holocénicas provenientes de los aparatos volcánicos situados a lo largo de la Cordillera de los Andes, por lo que se pueden establecer claras relaciones suelo-paisaje, ya que ciertas geoformas favorecen una mayor acumulación, mientras que en otras, la capa de piroclastitas es muy delgada o está ausente. En este trabajo se estudia cómo esas relaciones suelo-paisaje condicionan la fertilidad física de los suelos y cómo esas condiciones afectan el crecimiento de los árboles.

### Materiales y Método

El área de estudio se encuentra localizada en una porción del perillago al oeste del embalse Alicura en el S de la provincia del Neuquén, Argentina. Abarca una franja entre la Ruta Nac. 237 y el embalse, entre las coordenadas 40°37'27" LS, 70°59'11" LO y 40°42'36" LS, 71°01'49" LO (Figura 1). El clima general es templado sub-húmedo de tipo mediterráneo, con inviernos fríos y húmedos (media de invierno 4°C y 258 mm) y veranos templados y secos (media de verano 17°C y 34 mm). Las precipitaciones medias anuales son de 500 mm y la temperatura media anual es de 14°C. El edafoclima es entonces de tipo xérico y méxico. De acuerdo a Ferrer et al. (1990b) está inserta en la Región Extra-Andina, Subregión Subhúmeda de planicies, colinas y serranías, en el extremo oeste de la misma; debido a esto, la configuración del paisaje presenta rasgos de aspecto montañoso, por lo que la geomorfología ha sido descrita como cumbres y faldeos abruptos de altas serranías (González Díaz & Ferrer 1991). La observación del paisaje en el campo llevó a caracterizar al mismo como colinado, estando el paisaje serrano en las proximidades del área de estudio. La geología de base corresponde a basaltos, dacitas y tufitas de la Formación Ventana (Ferrer, 1991).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio.

El campo Alicura, propiedad de la Empresa YPF S.A., se encuentra forestado en casi toda su superficie con *Pinus ponderosa* (pino ponderosa) y *P. contorta* var. *latifolia* (pino murrayana), por lo que los rodales están dispuestos en variadas geoformas, lo que permitió estudiar las relaciones entre los factores físicos del sitio y el crecimiento de los árboles. Este estudio se restringió al análisis de las calidades de sitio para pino ponderosa, ya que esta especie cuenta con modelos probados de índice de sitio.

Se relevaron 9 puntos de muestreo, abarcando diversas condiciones de suelo-paisaje, relacionadas con las parcelas de un inventario forestal realizado con anterioridad.

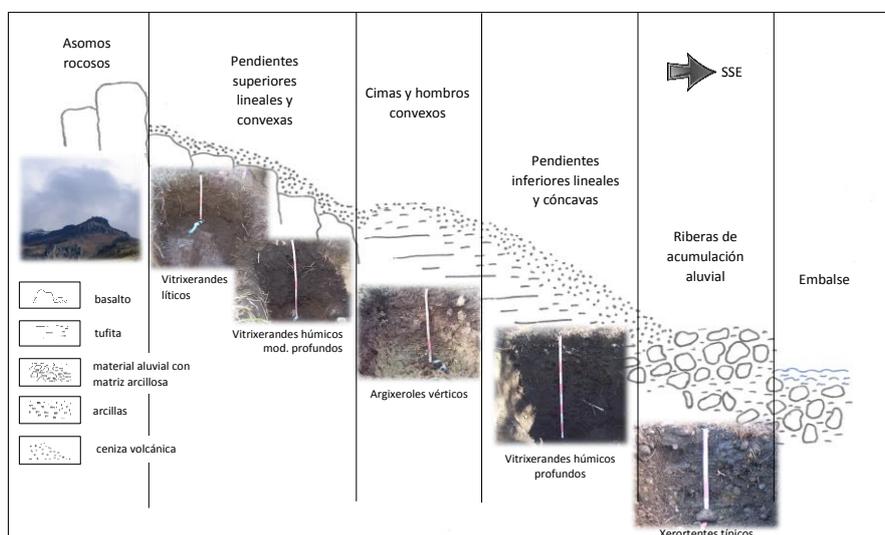
La caracterización geopedológica se realizó a través de la descripción del suelo y del sitio, siguiendo las normas establecidas (Schoeneberger et al. 1998). Los suelos se clasificaron a nivel de Subgrupo (Soil Survey Staff 2014). Se definió la profundidad efectiva del suelo hasta la aparición de limitaciones físicas para la exploración radicular en el perfil: horizontes arcillosos con arcillas expandibles, consistencias duras o muy adhesivas, presencia de un manto rocoso, presencia de raíces muertas. En otras palabras, hasta qué profundidad las raíces de las plantas podían explorar el suelo sin dificultad.

Para conocer la calidad de sitio se utilizaron los datos del mencionado inventario forestal, en cuyas parcelas de muestreo se midió el largo de los 5 entrenudos (índice de entrenudos) por encima del diámetro a la altura del pecho (DAP) de una cantidad proporcional a los 100 árboles dominantes por hectárea. Se realizó un agrupamiento de las parcelas de acuerdo a la calidad de sitio; incluyendo las clases I y II como calidad alta, a la clase III como calidad media y a la clase IV como calidad baja (Andenmatten 1997, citado en Loguercio et al. 2015) y se analizaron las propiedades edáficas sobre las cuales desarrollaron cada una de ellas.

Se realizó un análisis de correlación lineal simple entre las variables: índice de entrenudos y profundidad efectiva del suelo.

### Resultados y discusión

Sobre la base del análisis de antecedentes y los relevamientos de campo, se observaron basamentos de basaltos y tufitas como también depósitos aluviales sobre los que reposa un manto de cenizas volcánicas holocénicas. La exposición general del área de estudio es principalmente ESE, lo que favoreció la acumulación de cenizas, transportadas por los vientos dominantes del SO desde los aparatos volcánicos presentes en la Cordillera de los Andes. Sin embargo, el depósito de estas piroclastitas es de espesor irregular debido a la geomorfología del lugar. Las posiciones de pendientes superiores y hombros de formas convexas y lineales, poseen delgadas acumulaciones de cenizas volcánicas, mientras que en las pendientes inferiores de formas lineales y cóncavas, se favoreció la acumulación más importante de estos materiales. Las áreas de ribera, en las porciones inferiores del paisaje, están dominadas por depósitos aluviales. Como consecuencia de esto, se pudieron establecer adecuadas relaciones suelo-paisaje ya que en las áreas en donde el espesor de cenizas volcánicas es muy delgado, los suelos son derivados del material geológico subyacente (Figura 2).



**Figura 2.** Toposecuencia esquemática del Campo Alicura.

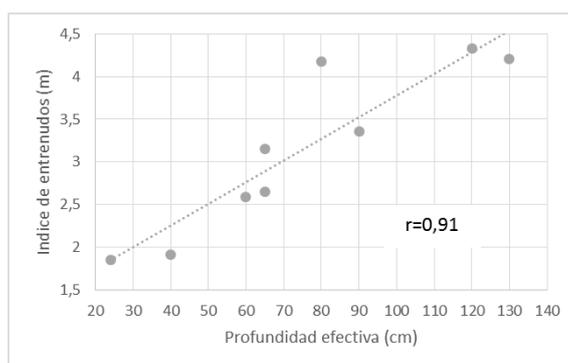
La profundidad efectiva varió desde los 25 cm hasta los 130 cm, estando la misma directamente relacionada con el espesor del manto de cenizas volcánicas; ya que la incidencia del material geológico subyacente implica la presencia de mantos rocosos y horizontes arcillosos firmes, adhesivos, plásticos y con arcillas expandibles, propiedades que limitan la capacidad de exploración radicular de los árboles.

El largo de los 5 entrenudos por encima del DAP (IE) varió entre un mínimo de 1,9 m a un máximo de 4,3 m. Las condiciones de fertilidad física de los suelos y las calidades de sitio se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características geopedológicas y calidad de sitio.

Calidad de sitio (IE m)	Alta (3,4 a 4,3)	Media (2,7 a 3,1)	Baja (1,9)
Exposición dominante	SSE	ENE, SSE, ESE	N, NNE
Posición	Pendiente inferior	Pendiente superior e inferior	Hombro y pendiente superior
Forma de la pendiente	Lineal	Lineal	Convexa
Erosión hídrica	Leve a moderada	Moderada	Severa
Subgrupo	Vitrixerandes húmicos	Vitrixerandes húmicos	Argixeroles vérticos y típicos
Material de origen	Cenizas volcánicas sobre tufita	Cenizas volcánicas sobre tufita	Tufita
Secuencia de horizontes	A - Bw	A - Bw	A - Btss - C
Secuencia de texturas	Franco arenosa en superficie, franco arcillosa en profundidad	Franco arenosa en superficie, franco arcillosa en profundidad	Franco arcillosa en superficie, arcillosa (arcillas expandibles) en profundidad
Consistencia	Muy friable, frágil, no fluida, no adhesiva, no plástica	Muy friable, frágil, no fluida, no adhesiva, no plástica	Muy firme, deformable, muy adhesiva y muy plástica.
Raíces	Abundantes, vivas, en toda el área	Abundantes, vivas, en toda el área	Abundantes y comunes, vivas en superficie, escasas en profundidad
Profundidad efectiva (cm)	80 - 130	60 - 65	25 - 40

El análisis del cruzamiento de información evidenció una relación positiva entre la profundidad efectiva del suelo y el crecimiento de los árboles (Figura 3). El coeficiente de correlación lineal fue de 0,91. El mismo fue ajustado con 9 datos. Si bien estos resultados no son concluyentes, marcan una clara tendencia. Para confirmarla, sería necesario ampliar el tamaño de la muestra.



**Figura 3.** Diagrama de dispersión de las relaciones entre profundidad efectiva e índice de entrenudos.

### Conclusiones

El conocimiento de las relaciones suelo-paisaje proporciona una valiosa herramienta para la localización de sitios aptos y el establecimiento de forestaciones sustentables. Las geoformas que favorecen la acumulación de importantes depósitos de cenizas volcánicas (pendientes inferiores de forma cóncava o lineal) con exposiciones y posiciones al amparo de los vientos, o geoformas que han favorecido el entrampe de estos materiales (concavidades) son las áreas en las que se desarrollan los suelos derivados de cenizas volcánicas los que, por su evolución, proporcionan un ámbito muy favorable para el buen desarrollo radicular.

La profundidad efectiva del suelo, indicadora del volumen explorable con que cuentan las raíces es, en principio la propiedad más importante al momento de analizar la calidad de sitio para la plantación con coníferas. Cabe destacar que ese volumen explorable es el resultado de una suma de propiedades edáficas que contribuyen al mismo: texturas y estructuras que favorecen la presencia de una cantidad equivalente de poros con capacidad de agua y de aire; una buena incorporación de materia orgánica; consistencias muy friables y friables, no adhesivas y no plásticas.

Es esperable que por encima de una cierta profundidad efectiva se alcance un máximo a partir del cual al incrementarse la misma, la calidad de sitio se mantenga igual. Este aspecto será motivo de futuras investigaciones.

### Agradecimientos

El presente trabajo se sustentó en la información obtenida por el Grupo de Suelos para la Evaluación de Impacto Ambiental de las forestaciones en campos pertenecientes a YPF S.A. Convenio entre el Asentamiento Universitario San Martín de los Andes de la Universidad Nacional del Comahue e YPF S.A. Disposición CD A.U.S.M.A. N° 021/04. Agradecemos a los ex estudiantes de la Carrera Técnico Forestal del AUSMA UNCo Ariel Rolón y Ricardo Ramos, quienes participaron activamente en el relevamiento de suelos a campo, y al Ing. Ftal. Renato Sbrancia, por habernos proporcionado los datos de índice de entrenudos correspondientes a las parcelas de inventario estudiadas.

### Referencias

- Broquen P, Girardin JL, Falbo G, Alvarez O. 1998. Modelos predictores de índice de sitio en *Pinus ponderosa* Dougl. en base a características del suelo andino patagónico oriental, 37°-41° S, República Argentina. *Revista Bosque* 19(1): 71-79.
- Ferrer J, Irisarri J, Mendía JM. 1990a. Zonificación y aptitud de las tierras para plantación forestal en secano. En: el Estudio Regional de los suelos de la Provincia del Neuquén. Volumen 1. Tomo 5. CFI-COPAIDE- PROV. NQN. Buenos Aires. 116 p.
- Ferrer J, Irisarri J, Mendía JM. 1990b. Síntesis de los factores del medio geográfico y de las propiedades de los suelos. En: Estudio Regional de los suelos de la Provincia del Neuquén. Volumen 1. Tomo 2. CFI-COPAIDE- PROV. NQN. Buenos Aires. 147 p.
- Ferrer JA. 1991. Geología. En: Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén. Plano N° 2. CFI – COPAIDE.
- González Díaz E y Ferrer JA. 1991. Geomorfología. En: Estudio regional de suelos de la provincia del Neuquén. Plano N° 6. CFI – COPAIDE.
- Loguercio GA, La Manna L, Gonda H, Mohr Bell D, Heitzmman L y Frugoni MC. 2015a. Herramientas para zonificar la calidad de sitio de pino ponderosa y sitios especiales para especies forestales de alto valor maderable en Neuquén. PIA 10092. BIRF 7520 AR. Informe Final (inédito).
- Loguercio G, Frugoni MC y Letourneau F. 2015b. Capítulo 7: La calidad de sitio. Manual de buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Editores: L. Chauchard, M.C. Frugoni, C. Nowak. Buenos Aires. Cap. 7 pp: 141-164.
- Schoeneberger PJ, Wysocky DA, Benham EC, Broderson WD. 1998. Libro de campaña para la descripción y muestreo de suelos. Versión 1.1. Centro Nacional de Relevamiento de Suelos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Lincoln, Nebraska. Traducción al español por investigadores de AICET, Instituto de Suelos y Evaluación de Tierras. 187 pp. INTA, 2000.
- Soil Survey Staff. 12<sup>th</sup> Edition. 2014. Keys to Soil Taxonomy. U.S. Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service (NRCS).
- Taboada M, Micucci FG. 2002. Fertilidad física de los suelos. Ed. Fac. Agronomía. 79 pp.

## Ensayos de implantación de especies forrajeras en la estepa degradada bajo cobertura de pino ponderosa en el centro oeste de Chubut

García Martínez G<sup>1</sup>, Buduba C<sup>1,3</sup>, Loguercio G<sup>2,3</sup>, Nagahama N<sup>1,4</sup>, Oyharçabal E<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA Esquel, INTA

<sup>2</sup> CIEFAP

<sup>3</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB

<sup>4</sup> CONICET

Autor de correspondencia: [garcia.guillermo@inta.gob.ar](mailto:garcia.guillermo@inta.gob.ar)

### Resumen

La estepa patagónica está sometida a procesos de degradación por sobrepastoreo. La forestación con pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) se presenta como una alternativa que puede ser complementaria a la ganadería. El objetivo de este trabajo fue evaluar el establecimiento de especies forrajeras en estepas con y sin cobertura de pino ponderosa. Para ello se realizaron dos ensayos en tres sitios ubicados en el centro oeste de Chubut, con precipitación entre 500 y 750 mm.año<sup>-1</sup>. Uno de los ensayos consistió en la siembra de dos especies forrajeras comerciales, *Bromus stamineus* y *Thynopirum ponticum*. El diseño fue en bloques (3 sitios), siendo 3 los factores: bosque-estepa, especie y fechas de siembra (otoño 2012, primavera y otoño 2013 y primavera 2014). El otro ensayo consistió en la plantación de plantines producidos en vivero de las mismas especie comerciales y otras 5 especies forrajeras nativas: *Bromus setifolius*, *Hordeum comosum*, *Poa ligularis*, *Festuca pallescens* y *Elymus patagonicus*. Se utilizó el mismo diseño que el ensayo de siembra y en los mismos sitios, pero con 2 factores: bosque-estepa y especie, con una sola fecha de plantación en otoño del año 2014. En mayo de 2016 se realizó un recuento de plantas logradas en los diferentes tratamientos y se evaluaron los resultados de cada ensayo a través de ANOVA. Respecto a las siembras, no se observaron diferencias significativas entre fechas de siembra y tipo de cobertura. El establecimiento de plántulas de *Thynopirum* (44 plantulas.m<sup>-2</sup>) fue mayor al de *Bromus* (5,5 plantulas.m<sup>-2</sup>). El establecimiento a través de plantines mostró resultados exitosos. *Poa ligularis*, *Festuca pallescens*, *Elymus patagonicus*, *Hordeum comosum* y *Thynopirum ponticum* mostraron al menos un 50 % de supervivencia a excepción de *Elymus patagonicus* fuera del bosque. La supervivencia de *Festuca pallescens*, *Elymus patagonicus* y *Bromus setifolius* dentro del bosque fue mayor que en la estepa, sin diferencias para el resto de las especies. El establecimiento de especies forrajeras mostró resultados promisorios y sería importante evaluar otros aspectos de esta tecnología.

**Palabras clave:** estepa, forestación, establecimiento de planta.

## Efecto del manejo leñero sobre el contenido de humedad de combustibles vivos en matorrales de Patagonia norte

Goldenberg MG <sup>1,2</sup>, Oddi F <sup>1</sup>, Gowda JH <sup>2</sup>, Garibaldi LA <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> IRNAD, Universidad Nacional de Río Negro

<sup>2</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** [mgoldenberg@unrn.edu.ar](mailto:mgoldenberg@unrn.edu.ar)

### Resumen

Los matorrales andinos son bosques bajos formados por especies rebrotantes y heliófilas, donde predomina el ñire (*Nothofagus antarctica*). Son los bosques nativos más pirófilos del noroeste de la Patagonia. El contenido de humedad del combustible vivo (CHCV) es un factor clave que define el comportamiento del fuego. Si bien los matorrales son fuente de leña de buena calidad por el poder calórico de las especies que lo forman, no hay antecedentes del efecto del manejo leñero sobre la dinámica del CHCV en matorrales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de intensidades crecientes de extracción leñera sobre CHCV. Para ello, realizamos experimentos de largo plazo en tres matorrales contrastantes: un bosque de ñire de fondo de valle, un bosque mixto de ñire en exposición norte y otro en exposición sur. En estos sitios se aplicaron intensidades crecientes de extracción leñera: 0 %, 30 %, 50 % y 70 % de remoción de área basal. Los raleos se realizaron en el año 2013 y 2014. Durante el verano del 2016, en todas las parcelas recolectamos 50 g de hojas verdes de ñire y 100 g de hojas verdes de vegetación mixta (sólo en los bosques mixtos). Posteriormente determinamos el contenido de humedad por el método de secado. Para evaluar la variabilidad del CHCV aplicamos un modelo de efectos mixtos que tuvo en cuenta el anidamiento del diseño de muestreo. No observamos efecto del manejo sobre el CHCV en ninguno de los sitios. No obstante, el CHCV fue más elevado en el sitio de exposición sur. El CHCV fue menor en ñire que en la vegetación mixta por lo que el ñire aumentaría la inflamabilidad del matorral. A la vez, la tasa de pérdida de humedad fue mayor en la vegetación mixta que en el ñire. Concluimos que los manejos leñeros propuestos no aumentan el peligro de incendios y podrían disminuirlo a través de la menor continuidad horizontal de combustibles en matorrales bajo manejo. La información que generamos es importante para definir estrategias de manejo forestal sustentable en los matorrales de la región y relevante para los organismos encargados de tomar decisiones.

**Palabras clave:** manejo forestal, inflamabilidad, manejo sustentable.

## Diferencias fisiológicas y morfológicas de raulí y roble pellín en invernadero bajo diferentes condiciones lumínicas y nutricionales

Gomez FM<sup>1,3</sup>, Graciano C<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> INFIVE, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata

<sup>3</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** [facugomez@agro.unlp.edu.ar](mailto:facugomez@agro.unlp.edu.ar)

### Resumen

La producción en vivero de especies forestales nativas es realizada frecuentemente bajo condiciones ambientales muy diferentes a las que estarán expuestas en el campo. Los renovales de *Nothofagus alpina* (Poepp. & Endl.) Oerst. (raulí) y *N. obliqua* (Mirb.) Oerst. (roble pellín) se establecen en el bosque nativo bajo el dosel protector de árboles adultos, los cuales no solamente reducen la radiación solar incidente, sino que también disminuyen la relación de rojo/rojo lejano (R/RL) del espectro lumínico. El éxito en el establecimiento a campo y el posterior crecimiento dependen en gran parte de la calidad de las plantas producidas en vivero. Para abordar el problema se realizó un ensayo en invernáculo donde se compararon características fisiológicas y morfológicas de las plantas de raulí y roble pellín creciendo con distintos niveles de P y distintas condiciones lumínicas (luz plena, media sombra neutra y media sombra fotoselectiva). Se analizaron variables fisiológicas y morfológicas. Se observó un comportamiento diferencial entre ambas especies, según las condiciones de crecimiento. La altura y el número de hojas fueron mayores para el roble. Las condiciones lumínicas influyeron más en las características morfológicas medidas que el nivel de fósforo. La mayor irradiancia aumentó en ambas especies el DAC, la ramosidad y el contenido de antocianinas, mientras que sólo para el roble la altura y el número de hojas. La disminución del R/RL disminuyó DAC, altura y número de hojas en ambas especies, mientras que aumentó el contenido de clorofila total y la relación clorofilas *a/b* sólo en el raulí. Por lo tanto, el raulí posee mayor plasticidad fenotípica que el roble en respuesta al sombreo equivalente a un dosel arbóreo. La consideración de estos aspectos permitirá optimizar la producción de plantas teniendo en consideración procesos fisiológicos relacionados con el futuro desempeño de las mismas en sus sitios de implantación.

**Palabras clave:** *Nothofagus*, producción, optimización.

## Arquitectura foliar y clave de mirtáceas forestales exóticas cultivadas en Argentina (tribus *Eucalypteae* y *Lophostemoneae*)

González Cynthia C<sup>1</sup>, Sotto Ancel D<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lab. Botánica, Fac. Cs. Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia SJB - sede Trelew

<sup>2</sup> CORFO Chubut, Parque Industrial Trelew

**Autor de correspondencia:** *cynthiacgonzalez@yahoo.com.ar*

### Resumen

Las especies de Mirtáceas exóticas en Argentina han adquirido gran importancia debido al elevado número de especies cultivadas; en especial las especies pertenecientes al género *Eucalyptus* por las características tecnológicas de la madera, la velocidad del crecimiento y el desarrollo vegetativo que alcanzan. En este trabajo se describe la arquitectura foliar de 18 especies forestales exóticas, cultivadas en la Argentina con el fin de encontrar patrones en la arquitectura foliar que permitan diferenciar las especies pertenecientes a los géneros *Corymbia*, *Eucalyptus* y *Lophostemon* (tribus *Eucalypteae* L'Héritier y *Lophostemoneae* Wilson). Las hojas de los grupos estudiados en este trabajo se caracterizan por ser simples, de ápice y base variables, de textura cartácea a coriácea y de margen entero. Su arquitectura foliar está caracterizada por presentar una venación de primera categoría pinnada, simple y recta, sin venas agróficas, venación de segunda categoría broquidódroma, con una vena paramarginal, y una o dos venas intramarginales; venas de tercera y cuarta categoría percurrentes o reticuladas al azar; venas de quinta categoría reticuladas al azar; aréolas desarrolladas completamente y vénulas ramificadas una, dos o más veces. Por último se elaboró una clave basada en caracteres foliares para las especies estudiadas.

**Palabras clave:** forestación, mirtáceas, *Eucalyptus*.

## Mejoramiento genético en ñire: primeros pasos hacia un huerto semillero de progenies

Hansen N<sup>1</sup>, Mondino VA<sup>1</sup>, Schinelli Casares T<sup>1</sup>, Tejera EL<sup>1</sup>, Pastorino MJ<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> EEA Esquel, INTA

<sup>2</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

<sup>3</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** *hansen.nidia@inta.gob.ar*

### Resumen

Los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) son utilizados como sistemas silvopastoriles donde se aprovechan las pasturas naturales y la leña. Si bien la propagación por rebrotes es habitual, las semillas son viables, y en condiciones de vivero pueden obtenerse plantines aptos para plantación en una temporada. Esto abre la posibilidad de incluir la plantación en el manejo de los ñirantales, asegurando y acelerando los tiempos de regeneración del bosque. Típicamente estos plantines son muy heterogéneos en vigor y forma. El propósito de este estudio es analizar, en juveniles de ñire, la heredabilidad de caracteres de interés para la producción. Se realizó una selección fenotípica individual de 40 árboles en dos poblaciones naturales, se cosecharon semillas y se produjeron plantas en el vivero de la Estación Agroforestal Trevelin (EAFT) del INTA. En 2011 se instalaron dos pruebas de progenies, con un diseño experimental de parcela mono-árbol, que permite su ulterior conversión en huertos semilleros: una en la EAFT con 1750 plantas y otra con 400 plantas, en un predio privado de las inmediaciones, fuera del área boscosa y con riego por surcos. En ambas se evaluó en 2015 altura y forma, esta última a través de tres variables binarias: arquitectura mono/simpodial, tallo recto/tortuoso y bifurcaciones presencia/ausencia. La altura media del ensayo en secano fue de  $113,5 \pm 49$  cm, y de  $196 \pm 48$  cm la del regado. A través de análisis de componentes de varianza se pusieron a prueba diferencias entre medias de poblaciones y entre varianzas familiares. No se pudieron probar diferencias para los caracteres de forma en ninguno de los dos ensayos, y un alto error residual en el ensayo en EAFT (posiblemente causado por heterogeneidad ambiental) impidió comprobar diferencias significativas para altura. Sin embargo en el ensayo regado el efecto familiar fue significativo, estimando una  $h^2 = 0,24$ . Además, definimos un ranking de las familias e individuos a partir de su desempeño genético (BLUPS familiar e individual). Estos resultados abren la posibilidad de obtener ganancias genéticas en ñire para un carácter de suma importancia como lo es la altura inicial.

**Palabras clave:** *Nothofagus*, caracteres de forma, heredabilidad.

## Campo Forestal Alicurá: evaluación del crecimiento en rodales de pino ponderosa post raleo

Hernández JR <sup>1</sup>

<sup>1</sup> YPF S.A.

Autor de correspondencia: [raul.hernandez@set.ypf.com](mailto:raul.hernandez@set.ypf.com)

### Resumen

El Programa Forestal de Desarrollo, implementado por YPF desde 1998, está basado en la forestación con especies coníferas exóticas, principalmente *Pinus ponderosa* y *Pinus contorta* var. *murrayana*, incluyendo además especies nativas como *Araucaria araucana*, *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus antarctica* y *Austrocedrus chilensis*. Estas forestaciones están distribuidas en nueve campos en la Provincia de Neuquén. Entre ellos se encuentra el campo forestal Alicurá, el cual cuenta con 240 ha forestadas con pino. En este campo, durante 2014-2015, se aplicó un raleo por lo bajo en algunos rodales, pasando de 500-800 pl/ha a una densidad final de corte de 250-300 pl/ha, acompañado por una poda de altura de 4 m. Los rodales trabajados hasta el momento tienen edades que oscilan entre los 28 y 33 años. Se intenta evaluar la reacción biológica en rodales de pino ponderosa ante la aplicación de un raleo por lo bajo intenso, mediante el análisis de incremento de los anillos de crecimiento tomados al DAP. Se instalaron 3 parcelas por rodal, donde se barrenaron los individuos con mayor DAP, menor DAP y el más próximo al promedio entre ambos, obteniendo tarugos para su análisis. Luego, para cada muestra, se realizó la identificación del año de formación de cada anillo. Posteriormente se midieron los anchos de los anillos por períodos de 5 años (IPA<sub>5</sub>), comenzando desde la corteza hacia la médula. Se midió por separado la longitud del último año de desarrollo para observar la respuesta a la apertura de dosel. Se observó un aumento (medido en mm) en el ancho del último anillo respecto al incremento anual en años anteriores. De un decrecimiento porcentual de 45-60 % de 2005-2009 a 2010-2013, se logró aumentar el diámetro entre 5-18 % en 2014, lo que supone una respuesta positiva al tratamiento silvícola en pos de la obtención de madera de calidad. Se deberá continuar con las mediciones periódicas de las parcelas ya instaladas para evaluar si el tratamiento de raleo intenso (a corta final) genera un incremento en el DAP año a año.

**Palabras clave:** raleo por lo bajo, barreno, anillo de crecimiento.

## Coleópteros y plantas como indicadores para el monitoreo de aprovechamientos con retención variable en bosques de lenga de Tierra del Fuego

Lencinas MV<sup>1</sup>, Sola FJ<sup>1</sup>, Cellini JM<sup>2</sup>, Martínez Pastur G<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Recursos Agroforestales, CADIC, CONICET

<sup>2</sup> LISEA, Fac. Cs. Agrs. y Ftiles., UNLP

**Autor de correspondencia:** *franciscojsola@gmail.com*

### Resumen

La retención variable (i.e. el uso combinado de retención dispersa y agregada) se ha planteado como una propuesta sustentable para el aprovechamiento forestal en los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Patagonia Sur. Asimismo, escarabajos y plantas se presentan como potenciales indicadores para su seguimiento, dadas su abundancia y diversidad. Se evaluó el impacto de la retención variable sobre ambos taxa, en bosques de lenga de Tierra del Fuego. Se trabajó en tres zonas con aprovechamiento reciente por retención variable (Los Cerros-LC, San Justo-SJ y Río Irigoyen-RI), comparando en cada una bosques primarios sin aprovechamiento-BP y aprovechados con retención variable, que incluye retención agregada-RA y retención dispersa-RD (N= 36). Se relevaron riqueza y abundancia relativa de plantas (Braun-Blanquet modificado) y escarabajos (trampas de caída), las cuales se analizaron por métodos multi (NMS y PERMANOVA) y univariados (ANOVAs). Se detectaron 58 especies de plantas y 45 morfoespecies de coleópteros, siendo sólo 26 % y 16 % de las especies y morfoespecies comunes a las tres zonas, respectivamente. En ambos taxa, NMS y PERMANOVA demostraron diferentes composiciones y ensambles entre zonas, lo que justificó su análisis por separado. Sin embargo, el efecto de la retención variable fue similar entre zonas: en plantas, riqueza y cobertura fueron significativamente mayores en RD que en RA y BP ( $p < 0,007$ ), excepto riqueza en RI, donde RA fue menor que BP y RD ( $p = 0,041$ ); en coleópteros, no se observaron diferencias en la riqueza ( $p > 0,584$ ), pero la abundancia fue mayor en BP que en RA y RD ( $p < 0,003$ ) en RI y SJ, sin que llegara a diferir significativamente en LC ( $p = 0,468$ ). A pesar de que el efecto difiere ligeramente según los taxa y la zona, el seguimiento de las comunidades de plantas y coleópteros se presenta como una posible herramienta de monitoreo del aprovechamiento forestal por retención variable. Dichas diferencias resaltan la necesidad de implementar estrategias de conservación que consideren esas particularidades, tales como reservas dentro de bosques aprovechados (por ejemplo, agregados de retención) en cada zona bajo manejo.

**Palabras clave:** biodiversidad, *Nothofagus pumilio*, agregados.

## Efecto de tratamientos silvícolas sobre la formación de madera madura en pino ponderosa

Letourneau FJ<sup>1</sup>, Medina A<sup>2</sup>, Pampiglioni A<sup>2</sup>, Ancalao M<sup>1</sup>, Saihueque M<sup>1</sup>, González A<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Campo Forestal Gral. San Martín, EEA Bariloche, INTA

<sup>2</sup> AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

Autor de correspondencia: [letourneau.federico@inta.gob.ar](mailto:letourneau.federico@inta.gob.ar)

### Resumen

El tronco de los árboles presenta dos tipos de madera, juvenil y madura. Sus características condicionan el uso o procesamiento necesario para su mejor utilización. La transición entre ambas es gradual desde la médula hacia la corteza, y está relacionada con la maduración del cambium y con la formación de madera en la sección de la copa. Los antecedentes para esta especie, ubican la transición entre los 15 y los 25 años de edad, pero se desconoce si el manejo silvícola puede influir sobre este proceso. El objetivo de este trabajo consistió en estudiar el efecto de la poda y el raleo sobre dos características que identifican la madera juvenil y madura en árboles de *Pinus ponderosa*: la longitud de traqueidas (LT, micras) y la densidad de la madera (DM, gr/cm<sup>3</sup>). En una plantación de 12 años de edad y calidad de sitio intermedia se aplicaron tratamientos silvícolas (S): de poda, raleo, poda+raleo y testigo. El ensayo tuvo un diseño factorial completamente al azar, con 5 unidades experimentales por tratamiento silvícola (n = 20), y la unidad experimental 16 plantas (3 x 3 m), con una fila de bordura. La poda removió el 50 % o más de las ramas basales y el raleo el 50 % de los árboles. Cinco años después se realizó un muestreo destructivo en un total de 32 árboles, ocho por cada tratamiento silvícola, seleccionados de distintas unidades experimentales; en estos se cortó una rodaja del tronco a la altura del pecho y se midió LT y DM, en anillos de antes y después de aplicados los tratamientos (11 y 16 años de edad (E) respectivamente). El efecto sobre los caracteres de formación de la madera madura se evaluó con una prueba de cociente de verosimilitud entre un modelo de efectos mixtos completo y uno reducido. Las variables de respuesta fueron LT y DM, los efectos fijos S y E; y los efectos aleatorios según el diseño experimental. S no afectó la formación de madera madura. LT creció 9 % desde los 11 (1600 micras) a los 16 años (1740 micras), y DM se mantuvo relativamente constante con un valor de 0,38 gr/cm<sup>3</sup>, ambos dentro de los rangos reportados para esta especie en la región.

**Palabras clave:** propiedades de la madera, cambium, células.

## Dinámica de la regeneración en bosques de lenga cosechados mediante retención variable: Influencia de los daños bióticos y abióticos

Guillermo Martínez Pastur<sup>1\*</sup>, Juan Manuel Cellini<sup>2</sup>, María Vanessa Lencinas<sup>1</sup>, Rosina M. Soler<sup>1</sup>,  
Marcelo D. Barrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC CONICET); <sup>2</sup>Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA), Universidad Nacional de La Plata.

Autor de correspondencia: [gpastur@conicet.gov.ar](mailto:gpastur@conicet.gov.ar)

### Resumen

Las propuestas actuales de cosecha en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) combinan producción y conservación, incluyendo retenciones por más de un turno forestal. Estas retenciones generan mayor heterogeneidad de ambientes influyendo sobre la dinámica de la regeneración natural, y generando patrones diferenciales de respuesta de acuerdo a su ubicación. El objetivo fue analizar la dinámica de la regeneración en el largo plazo luego de la cosecha (2006-2016). Se establecieron 72 parcelas permanentes identificando todas las plántulas, las que fueron medidas anualmente (edad, altura y daños) en 4 situaciones: bosque testigo (T), retención agregada (RA), retención dispersa con influencia de RA (RDA) y sin influencia de RA (RD). En T el banco de plántulas se renueva rápidamente (entre 20 y 998 mil.ha<sup>-1</sup>) con plantas <10 años y alturas promedios máximas (H) de 5,2 cm. En RA se observa un patrón de instalación similar a T, pero la influencia del borde permite una mayor supervivencia y desarrollo (entre 78 y 1057 mil.ha<sup>-1</sup>) con plantas de hasta 13 años y H de 15,2 cm. En RDA se observa un patrón distinto, donde las plántulas se instalaron mayormente durante los primeros años después de la cosecha, con densidades máxima de 249 mil.ha<sup>-1</sup>, llegando a 77 mil.ha<sup>-1</sup> en la actualidad, con un crecimiento exponencial en H que llega a 79 cm. En RD se observa un patrón similar, con densidades máximas de 131 mil.ha<sup>-1</sup>, y de 35 mil.ha<sup>-1</sup> en la actualidad, con un H que llega a 57 cm. Los daños variaron entre años y tratamientos, los abióticos desde 0,0% a 21,2% (promedios de 4,3% en T, 4,7% en RA, 6,4% en RDA, 6,8% en RD), mientras que el ramoneo varía de 0,0% a 20,4% (promedios de 0,2% en T, 5,2% en RA, 8,7% en RDA, 9,3% en RD). Estos daños se relacionan a eventos regionales (e.g. El Niño) o alteraciones climáticas que retrasan al sotobosque. Los resultados muestran que la regeneración es influida por múltiples factores, donde la retención variable ofrece una mayor seguridad para lograr el éxito de la misma, al brindar una mayor variedad de ambientes.

**Palabras Clave:** retención agregada, retención dispersa, ramoneo.

### Introducción

Los bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (lenga) poseen un banco de plántulas que sobrevive bajo dosel (e.g. 10-15 años), que se renueva periódicamente o se instala abundantemente tras un cambio en el dosel, como el generado por la cosecha forestal (Cellini 2010). Las propuestas actuales combinan producción y conservación de la biodiversidad incluyendo reservas dentro de los rodales manejados (Martínez Pastur et al. 2013). Estas retenciones generan mayor heterogeneidad de ambientes influyendo sobre la dinámica de la regeneración, y generando patrones diferenciales de respuesta (Martínez Pastur et al. 2011a, 2011b). Son múltiples los factores que influyen en esta dinámica, desde la estructura forestal remanente, la disponibilidad de semillas, el banco de plántulas, la dinámica del sotobosque, el clima regional y los daños (bióticos y abióticos) que pueden recibir las plántulas (Martínez Pastur 2011a, 2011c, 2013, 2016 ; Torres et al. 2015; Soler et al. 2012, 2015). Los daños más comunes son debidos al ramoneo por parte de los grandes herbívoros (e.g. *Lama guanicoe* Müller, guanaco) o a factores abióticos, donde los más importantes se relacionan con la exposición a bajas y/o altas temperaturas que pueden afectar la parte aérea de la regeneración instalada (daños por heladas o desecamiento, de ahora en adelante DHD) modificando la arquitectura de la planta y alterando la calidad futura (Martínez Pastur et al. 2016).

Para elaborar prácticas silvícolas sostenibles es necesario conocer a fondo estos procesos ecosistémicos, y que en los últimos años ha generado numerosos interrogantes (Martínez Pastur et al. 2013): (i) la importancia del dosel forestal remanente; (ii) el rol del banco de plántulas pre-cosecha y la instalación post-cosecha; y (iii) el impacto del ramoneo guanaco (Martínez Pastur et al. 2016). Estos interrogantes solo pueden responderse a partir de monitoreos de largo plazo para evitar caer en falsas interpretaciones. A tal fin, en Patagonia Sur se ha establecido una red de parcelas permanentes (Red PEBANPA, Parcelas de Ecología y Biodiversidad de Ambientes Naturales en Patagonia Austral), entre las que se incluyen aquellas que aquí se presentan. El objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica de la regeneración en bosques de lenga con y sin intervención en el largo plazo luego de la cosecha (2006-2016), intentando dar respuesta a los interrogantes antes planteados, así como: (i) determinar el rol que cumplen los daños por DHD, y (ii) la influencia del clima regional en estos daños.

### **Materiales y Métodos**

En la Ea. Los Cerros (54°20'S y 67°52'O), Tierra del Fuego (Argentina), se seleccionaron 12 rodales puros de lenga (3-5 ha) donde se establecieron 72 parcelas permanentes en sectores con y sin cosecha forestal en tres tranzones del plan de manejo del aserradero Kareken. La planificación del mismo incluyó el mantenimiento de áreas de protección y reservas a mediana escala que fueron usados como testigos. La cosecha dentro se realizó mediante la retención variable propuesta por Martínez Pastur et al. (2013), que combina objetivos de producción y conservación, ya que incluye la mantención de parte de la estructura forestal original por más de un turno forestal: (i) un agregado de 60 m de diámetro por hectárea sin cosecha, y (ii) 10-15 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de retención dispersa en los sectores cosechados homogéneamente distribuida. Asimismo, se evitan los canchones y la acumulación de residuos, y el diseño de las picadas evitando los agregados. En este contexto se eligieron 4 situaciones para el estudio: bosque primario empleado como testigo (T), retención agregada (RA), retención dispersa con influencia de RA (RDA) y sin influencia de RA (RD) (3 tranzones x 4 tratamientos x 6 réplicas). En cada parcela se estableció una transecta permanente (5,0 x 0,2 m) para la medición y seguimiento de la regeneración donde se identificaron todos los individuos, realizando mediciones anuales (edad, altura y daños) entre 2006 y 2016. La altura (H) se consideró como la longitud existente entre la base y el brote apical dominante vivo extendiendo la planta, y los daños clasificados como ramoneo por herbívoros, principalmente guanaco, y DHD según Martínez Pastur et al. (2016). En cada parcela también se caracterizó la estructura forestal y algunas variables ambientales durante el mes de enero: (i) una parcela por conteo angular K=1 a 6 mediante un Criterion RD-1000 (Laser Technology, USA) obteniendo el área basal (AB); (ii) la altura dominante (AD) mediante un TruPulse 200 laser rangefinder (Laser Technology, USA); (iii) la cobertura de copas (COB) mediante un densiómetro de espejo cóncavo (Lemmon 1957); (iv) la resistencia a la penetración (RP) del suelo mediante el uso de un penetrómetro manual (Eijkelkamp Agrisearch Equipment, The Netherlands); y (v) el contenido volumétrico de agua del suelo (CVA) mediante una probeta de humedad MP406 (ICT, Australia). Se realizaron ANDEVAs múltiples separando las medias por Tukey (P = 0,05), y comparaciones gráficas entre tratamientos. El efecto climático de El Niño fue caracterizado a partir del Southern Oscillation Index (SOI) (<http://www.bom.gov.au>) para el mes de enero y para la temporada de crecimiento (noviembre a marzo).

### **Resultados y Discusión**

Los tranzones, tratamientos y años analizados presentaron diferencias significativas en algunas variables de estructura forestal y caracterización ambiental (Tablas 1 y 2). En los tranzones, AD y AB fueron algo inferiores en el tranzón 2, mientras que RP fue mayor y CVA fue menor en el tranzón 1.

**Tabla 1.** Estructura forestal y caracterización ambiental de los bosques muestreados de acuerdo al tranzón (1 a 3) y el tratamiento (T=bosque primario, RA=retención agregada, RDA=retención dispersa con influencia de RA, RD=sin influencia de RA) analizando la altura dominante del rodal (AD, m), la cobertura del dosel arbóreo (COB, %) y la resistencia a la penetración del suelo (RP, N.cm<sup>2</sup>).

		AD	COB	RP
A: Tranzón	1	23,8b	57,2	339b
	2	22,0a	51,7	248a
	3	23,8b	58,9	279a
	<i>F(p)</i>	4,30(0,018)	1,63(0,204)	8,03(<0,001)
B: Tratamiento	T	21,2a	94,0a	204a
	RA	23,1ab	85,4a	278b
	RDA	24,7b	27,4b	318bc
	RD	23,9b	17,1b	355c
	<i>F(p)</i>	7,01(<0,001)	131,29(<0,001)	11,90(<0,001)
AxB	<i>F(p)</i>	1,24(0,300)	0,70(0,654)	0,65(0,687)

Letras diferentes indican diferencias por el test de Tukey a P < 0,05.

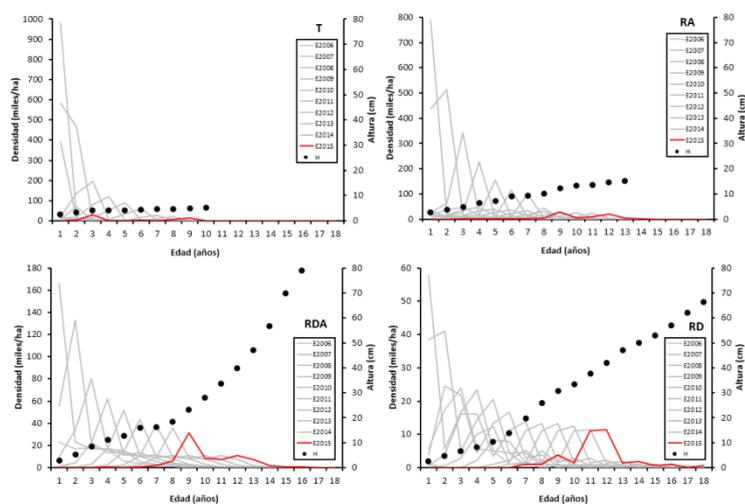
**Tabla 2.** Estructura forestal y caracterización ambiental de los bosques muestreados de acuerdo al tranzón (1 a 3), el tratamiento (T=bosque primario, RA=retención agregada, RDA=retención dispersa con influencia de RA, RD=sin influencia de RA) y los años (2009-2016) analizando el contenido volumétrico de agua del suelo (CVA, vol/vol) y el área basal (AB, m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).

		CVA	AB
A: Tranzón	1	28,8a	39,4ab
	2	29,4a	38,7a
	3	32,4b	42,2b
	<i>F(p)</i>	5,57(0,004)	4,53(0,011)
B: Tratamiento	T	28,6b	73,9d
	RA	22,0a	61,5c
	RDA	35,3c	16,3b
	RD	35,0c	8,7a
	<i>F(p)</i>	43,54(<0,001)	999,50(<0,001)
C: Años	2009	28,0b	45,0b
	2011	50,8c	38,1a
	2012	--	37,5a
	2013	28,6b	40,3ab
	2014	24,9b	38,7a
	2015	19,6a	41,0ab
	2016	29,2b	39,8ab
	<i>F(p)</i>	84,19(<0,001)	3,42(0,002)
AxBxC	<i>F(p)</i>	0,92(0,585)	0,43(0,998)

Letras diferentes indican diferencias por el test de Tukey a P < 0,05.

Las diferencias encontradas en el tranzón 2 se atribuyen a que se encuentra sobre una loma con mayor exposición al viento. En el tranzón 1 existió un uso forestal previo en dichos rodales que pudo haber influido en las características originales del suelo, estando RP y CVA inversamente relacionados. En los tratamientos, T define las condiciones del bosque sin manejo, presentando una AD más baja que los rodales cosechados. El impacto de la cosecha influye directamente sobre AB, COB y RP, variando proporcionalmente con la intensidad. En CVA los valores mínimos son en RA y T aumentando en los sectores cosechados (RDA y RD). La retención variable genera una alta heterogeneidad de ambientes, creando gradientes que van desde las condiciones originales de T dentro de RA hasta sectores con la menor protección en RD (Martínez Pastur et al. 2011a), influyendo la distancia a los agregados y la exposición (Martínez Pastur et al. 2011b) que aquí no fue

analizada. Estos cambios en la estructura forestal que genera cambios en las condiciones ambientales influyen directamente sobre la regeneración, tanto por la producción de semillas (Torres et al. 2015) como por la protección que le brinda al establecimiento y posterior crecimiento de la regeneración (Martínez Pastur et al. 2013).



**Figura 1.** Dinámica del banco de plántulas y altura promedio de acuerdo a la edad (2006-2015) para los diferentes tratamientos (T= bosque primario, RA= retención agregada, RDA= retención dispersa con influencia de RA, RD= sin influencia de RA).

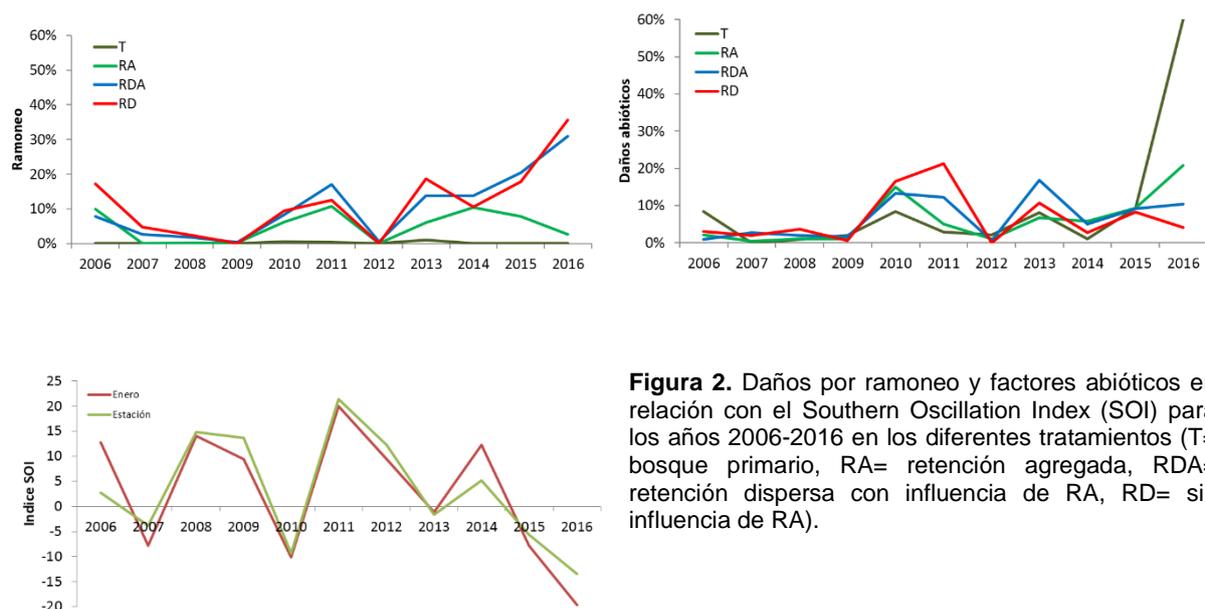
En T el banco de plántulas se renueva rápidamente, variando entre 20 y 998 mil.ha<sup>-1</sup> con plantas que no superan los 10 años de edad y H promedios máximas de 5,2 cm (Figura 1). El escaso crecimiento se debe a la alta COB que impide que llegue precipitación al suelo generando bajos valores de CVA (Martínez Pastur et al. 2011a, 2011b), produciendo grandes pérdidas en años con extremos climáticos (e.g. año 2015 con bajos valores de CVA, Tabla 2). RA representa el 28% de la superficie del rodal, y estas áreas tienen un patrón similar a T, pero la influencia del borde que aporta mayores niveles de luz permite una mayor supervivencia y desarrollo de la regeneración (entre 78 y 1057 mil.ha<sup>-1</sup>), con plantas que llegan hasta 13 años de edad y H de 15,2 cm. Sin embargo, la alta cobertura impide que esta regeneración sobreviva mucho tiempo, renovando el banco de plántulas al igual que T (Figura 1). En T y RA, se pueden observar años con máximos debido a la alta producción de semillas (Tabla 3) que llegan a 980-1061 mil.ha<sup>-1</sup> debido a la producción cíclica de frutos (Torres et al. 2015). En RDA (36% de la superficie de los rodales considerando 15 m de influencia de agregados, aprox. 2/3 de AD) se observa un patrón distinto a T y RA, donde las plántulas se instalaron mayormente durante los primeros años después de la cosecha (en la actualidad con 9 años de edad) llegando a 249 mil.ha<sup>-1</sup>, que por las pérdidas sufridas a lo largo de los años llega a 77 mil.ha<sup>-1</sup> en la actualidad, con un crecimiento exponencial en H que llega a 79 cm. Se puede observar un segundo grupo de plántulas (12 a 13 años de edad) que se corresponden a individuos supervivientes del banco de plántulas original, y que no fueron afectados por el rastreo. Este segundo grupo de plántulas tiene un impacto secundario en la regeneración actual (Figura 1). Asimismo, RDA se caracteriza por presentar un mayor aporte de semillas que otros sectores cosechados, sumando lo producido por la retención agregada y la dispersa (Cellini 2010). Los agregados juegan un papel central en la protección de estos sectores, reduciendo la exposición a los vientos, pero sin disminuir la disponibilidad de luz y humedad del suelo (Martínez Pastur et al. 2011b). En el resto de la superficie cosechada con RD (36% de la superficie) se observa un patrón similar a RDA, con densidades máximas de 131 mil.ha<sup>-1</sup> y 35 mil.ha<sup>-1</sup> en la actualidad, con un H que llega a 57 cm. En estos sectores, la participación de los individuos supervivientes del banco de plántulas original es más importante que las plántulas post-cosecha (Figura 1). El establecimiento de la regeneración en los sectores cosechados (RDA y RD) se produjo durante los primeros 5-6 años (Tabla 3), disminuyendo con el tiempo. En estos sectores cosechados se generan muchas sinergias positivas y negativas con otros factores abióticos y bióticos (e.g. exceso de luz y humedad, presencia de heladas, acumulación de residuos, daños por rastreo y acopio, producción de mantillo, competencia y/o facilitación del sotobosque) (Gea et al. 2004; Cellini 2010; Martínez Pastur et al.

2011c, 2013; Soler et al. 2015). Sin embargo, uno de los factores de mayor influencia es el efecto de los eventos climáticos a nivel regional que llegan a influir no solo en la supervivencia de las plántulas, sino también en la producción de semillas y el establecimiento de las plántulas en los sectores cosechados (RDA y RD) y no cosechados (T y RA) (Torres et al. 2015).

**Tabla 3.** Densidad de plántulas (mil.ha<sup>-1</sup>) de instalación (<1 año de edad) y establecidas (>1 año de edad) según el tratamiento (T=bosque primario, RA=retención agregada, RDA=retención dispersa con influencia de RA, RD=sin influencia de RA) para los diferentes años de muestreo (2006-2015).

Tratamiento	Edad	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
T	<1	13,3	980,6	584,4	21,1	14,4	1,7	20,6	393,9	5,6	0,0
	>1	6,7	17,2	477,2	341,7	223,9	171,7	108,9	57,2	108,3	59,4
	Total	20,0	997,8	1061,7	362,8	238,3	173,3	129,4	451,1	113,9	59,4
RA	<1	18,3	786,1	436,1	26,7	14,4	7,2	37,2	20,2	1,3	0,0
	>1	106,7	122,2	620,6	498,3	344,4	259,4	204,4	176,9	105,4	78,0
	Total	125,0	908,3	1056,7	525,0	358,9	266,7	241,7	197,1	106,8	78,0
RDA	<1	22,8	166,1	55,6	9,4	1,1	0,0	0,9	1,1	0,0	0,0
	>1	63,9	82,8	203,3	172,2	135,0	115,0	102,5	90,7	86,1	76,7
	Total	86,7	248,9	258,9	181,7	136,1	115,0	103,4	91,8	86,1	76,7
RDA	<1	5,6	57,8	38,3	3,9	0,6	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
	>1	55,0	57,8	92,2	89,4	71,7	58,3	51,0	39,4	36,5	35,3
	Total	60,6	115,6	130,6	93,3	72,2	58,3	51,0	40,5	36,5	35,3

Los daños en la regeneración variaron entre años y los tratamientos (Figura 2). El ramoneo varió entre 0,0% y 20,4% (promedios de 0,2% en T, 5,2% en RA, 8,7% en RDA, 9,3% en RD), mientras que los daños abióticos variaron entre 0,0% y 21,2% (promedios de 4,3% en T, 4,7% en RA, 6,4% en RDA, 6,8% en RD). Es llamativo que los daños no presentan una clara correlación con los años de cosecha, observando además una coincidencia entre los máximos observados por ramoneo y DHD. Cabe destacar que ambos daños suelen confundirse con el tiempo debido a que producen las mismas malformaciones (Martínez Pastur et al. 2016), siendo en muchos casos más importantes los daños por DHD que el ramoneo. Sin embargo, es común que se considere que todo el daño es producido por ramoneo, desconociendo al DHD (e.g. heladas y desecamientos). Las causas de estas sincronías (e.g. mínimos de 2009 y 2012, o máximos en 2011 y 2013) entre daños bióticos y abióticos se deben a sinergias positivas y negativas con el clima regional que presenta fuertes variaciones anuales influyendo en el comienzo y la finalización de la estación de crecimiento. Por ejemplo, primaveras tardías generan un retraso en el desarrollo del sotobosque pero no en la brotación de las plántulas produciendo: (i) daños por heladas en los brotes, y (ii) la disminución de oferta forrajera del sotobosque hace que los herbívoros consuman mayor cantidad de brotes de lenga. Por el contrario, cuando las primaveras son cálidas y las precipitaciones adecuadas, se genera abundante sotobosque que es preferido por los herbívoros nativos y domésticos (Soler et al. 2012). Asimismo, las primaveras tardías o las nevadas prematuras que llegan a producirse desde fines de febrero en adelante, acortan la estación de crecimiento, generando también una disminución en la oferta forrajera y un mayor daño en la regeneración. Otro aspecto que también influye es la disponibilidad de agua en el verano, por un lado la cantidad de nieve acumulada en el invierno y por el otro, las lluvias principalmente al comienzo del verano. Esta disponibilidad de agua produce enormes variaciones anuales en la humedad del suelo (ver variaciones de CVA en Tabla), influyendo sobre el establecimiento y la supervivencia de las plántulas. Esto genera importantes daños por desecamiento de brotes. Estos años con baja disponibilidad de agua también afecta la oferta forrajera, generando mayor ramoneo.



**Figura 2.** Daños por ramoneo y factores abióticos en relación con el Southern Oscillation Index (SOI) para los años 2006-2016 en los diferentes tratamientos (T= bosque primario, RA= retención agregada, RDA= retención dispersa con influencia de RA, RD= sin influencia de RA).

Una forma de caracterizar los efectos del clima regional es a partir del Southern Oscillation Index (SOI) analizado: (i) el impacto puntual del verano (enero), o (ii) a lo largo de la estación de crecimiento (Figura 2). Este índice no explica todos los daños de la regeneración, pero si existe un patrón donde: (i) bajos índices de SOI con altos impactos ramoneo y DHD, y (ii) altos índices de SOI con bajos impactos de ramoneo y DHD. Algunos estudios muestran la influencia del clima sobre la dinámica de regeneración (Torres et al. 2015), y donde el impacto de El Niño no es la excepción, ya que influye sobre la temperatura superficial del océano cambiando el clima regional, e influyendo sobre la productividad primaria y secundaria de los bosques fueguinos (Martínez Pastur et al. 2015). Es necesario generar más estudios de largo plazo e incluir nuevas variables de monitoreo (e.g. duración de la estación de crecimiento, fenología y productividad del sotobosque) y análisis (e.g. variables climáticas mensuales) para comprender más profundamente estos efectos.

### Conclusiones

La cosecha modifica la estructura forestal generando cambios que influyen sobre la dinámica de la regeneración. La retención variable genera un gradiente de condiciones ambientales, que varía entre sectores con dinámicas similares al bosque primario con bajo desarrollo de la regeneración hasta sectores donde el crecimiento de la regeneración responde a las variaciones de la disponibilidad de los recursos disponibles (e.g. luz y humedad del suelo). El banco de plántulas pre-existente y post-cosecha varía en importancia de acuerdo con los sectores considerados, siendo ambos sectores importantes para una correcta regeneración del rodal. Los daños en la regeneración varían con los años, siendo tan importantes los debidos a los daños abióticos (e.g. heladas y desecamientos) como por el ramoneo. Estos daños se relacionan a eventos regionales (e.g. El Niño) o alteraciones climáticas que alteran el normal desarrollo del sotobosque. En este sentido, los resultados muestran que la regeneración es influida por múltiples factores, donde la retención variable ofrece una mayor seguridad para lograr el éxito de la misma, al brindar una mayor variedad de ambientes y protecciones del dosel al combinar retenciones agregadas y dispersas.

### Agradecimientos

Al aserradero Kareken, la consultora Servicios Forestales S.A., a los proyectos de financiación, especialmente al Proyecto PIARFON (S.A.yD.S.), y a todos los estudiantes, becarios y tesisistas que colaboraron en la toma de datos a lo largo de todos estos años.

**Bibliografía Citada**

- Cellini JM. 2010. Estructura y regeneración bajo distintas propuestas de manejo de bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp et. Endl.) Krasser en Tierra del Fuego, Argentina. Tesis de doctorado en Biología. La Plata, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 157 p
- Gea G, Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV. 2004. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser primary forests. *Forest Ecology and Management* 201(2-3): 335-347
- Lemmon P. 1957. A new instrument for measuring forest overstory density. *Journal of Forestry* 55(9): 667-668
- Martínez Pastur G, Peri PL, Cellini JM, Lencinas MV, Barrera MD, Ivancich H. 2011a. Canopy structure analysis for estimating forest regeneration dynamics and growth in *Nothofagus pumilio* forests. *Annals of Forest Science* 68: 587-594
- Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencinas MV, Barrera MD, Peri PL. 2011b. Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. *Forest Ecology and Management* 261: 178-186
- Martínez Pastur G, Lencinas MV, Soler R, Ivancich H, Peri PL, Moretto A, Hernández L, Lindstrom I. 2011c. Plasticidad ecofisiológica de plántulas de *Nothofagus pumilio* frente a combinaciones de niveles de luz y humedad en el suelo. *Ecología Austral* 21: 301-315
- Martínez Pastur G, Peri PL, Lencinas MV, Cellini JM, Barrera MD, Soler R, Ivancich H, Mestre L, Moretto A, Anderson CB, Pulido F. 2013. La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. En: Donoso P, Promis A, eds. *Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda*. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, p 155-179
- Martínez Pastur G, Díaz Delgado R, Lencinas MV, Peri PL. 2015. Decreasing of terrestrial net primary production (NPP) in Southern Patagonia (Argentina) during the period 2000-2013. *Actas IUFRO Landscape Ecology Conference*. Tartu (Estonia) 23-30 Agosto, p 107
- Martínez Pastur G, Soler R, Ivancich H, Lencinas MV, Bahamonde HA, Peri PL. 2016. Effectiveness of fencing and hunting to control *Lama guanicoe* browsing damage: Implications for *Nothofagus pumilio* regeneration in harvested forests. *Environmental Management* 168: 165-174
- Soler R, Martínez Pastur G, Lencinas MV, Borrelli L. 2012. Differential forage use between native and domestic herbivores in southern Patagonian *Nothofagus* forests. *Agroforestry Systems* 85(3): 397-409
- Soler R, Schindler S, Lencinas MV, Peri PL, Martínez Pastur G. 2015. Retention forestry in southern Patagonia: Multiple environmental impacts and their temporal trends. *International Forestry Review* 17(2): 231-243
- Torres AD, Cellini JM, Lencinas MV, Barrera MD, Soler R, Díaz-Delgado R, Martínez Pastur G. 2015. Seed production and recruitment in primary and harvested *Nothofagus pumilio* forests: Influence of regional climate and years after cuttings. *Forest Systems* 24(1): e-016

## Evaluación in-vivo de microorganismos nativos con capacidades de promoción del crecimiento vegetal sobre estacas de álamo cultivadas en invernadero

Mestre MC<sup>1,2,4</sup>, Severino ME<sup>1</sup>, Aparicio AG<sup>3</sup>, Pastorino MJ<sup>3,4</sup>, Fontenla S<sup>1,2</sup>

1 Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue

2 INIBIOMA (UNCo-CONICET)

3 Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

4 CONICET

**Autor de correspondencia:** [mariaceciliamestre@gmail.com](mailto:mariaceciliamestre@gmail.com)

### Resumen

En Patagonia existe interés en promover la forestación con salicáceas para la producción de madera y también para favorecer la producción agrícola o pecuaria. Si bien ha sido demostrado el uso de microorganismos en producción forestal, existe poca información sobre su uso en álamos (*Populus* spp.) en Argentina. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inoculación mixta con microorganismos nativos de Patagonia sobre el crecimiento de *P. nigra* (álamo criollo) y *P. trichocarpa* (álamo balsamífero) cultivados en invernadero. Se utilizaron estacas de la EEA Bariloche del INTA, de un año de edad, de 1 cm de diámetro y 25 cm de largo; se hidrataron y se plantaron en un sustrato mezcla de suelo de estepa, turba y arena (2:1:1), durante 5 meses. Se estableció un diseño experimental completamente al azar, 1 estaca/maceta (3L), 5 tratamientos/especie y 5 réplicas/tratamiento. Se utilizó suelo como fuente de micorrizas y se inocularon dos levaduras y una bacteria (seleccionadas in-vitro por su capacidad PGP). Los tratamientos consistieron en la inoculación de suspensiones de cultivo puro de cada uno de los tres microorganismos a una DO 600 nm ~ 0,3 (T1, T2 y T3) y de los tres en conjunto (T4), y un tratamiento sin microorganismos inoculados (T5). Las inoculaciones se realizaron en dos instancias: en tiempo cero por inmersión de las estacas durante 8 h, y a los 20 días post plantación por riego. Se evaluó biomasa aérea y radical, número y distribución de raíces, concentración de clorofila, área foliar específica y colonización micorrícica. Se analizó la varianza con un modelo de efectos fijos. El ensayo resultó en un 100 % de supervivencia, buen desarrollo de las partes aérea y radical, sin daños por insectos o signos de enfermedades sistémicas. Se observó colonización con micorrizas arbusculares y ausencia de ectomicorrizas. Las variables de crecimiento no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Este trabajo constituye una aproximación exitosa al uso de microorganismos nativos para producir barbados de álamo como alternativa productiva de salicáceas en la región.

**Palabras clave:** *Populus*, levaduras, bacterias.

## Mortandad agrupada del coihue en la Patagonia argentina: identificación de los organismos asociados

Molina L<sup>1,2</sup>, Vélez ML<sup>1,2,3</sup>, Rajchenberg M<sup>1,2,3</sup>, Izquierdo M<sup>4</sup>, Pildain MB<sup>1,2,3</sup>

1 CIEFAP

2 CONICET

3 Universidad Nacional de la Patagonia SJB

4 Parque Nacional Los Alerces, Administración de Parques Nacionales

**Autor de correspondencia:** [lmolina@ciefap.org.ar](mailto:lmolina@ciefap.org.ar)

### Resumen

*Nothofagus dombeyi* (coihue) es la especie dominante de los bosques templados del centro y norte de Patagonia; en el Parque Nacional Los Alerces ocupa 23 % de superficie. Presenta dos situaciones distintivas de muerte en pie, caracterizadas por patrones espaciales diferentes: mortandad aleatoria, cuya etiología ha sido atribuida al estrés hídrico asociado al cambio climático; y mortandad agrupada, que se caracteriza por el decaimiento progresivo seguido de muerte en pie conformando manchones de crecimiento radial direccional lento. Recientemente se ha reportado la presencia de las especies patógenas *Armillaria novae-zelandiae* y *Huntia decorticans* asociados a árboles decaídos o muertos pero su presencia y relación con la etiología no ha sido clara. El objetivo del trabajo fue estudiar a los organismos fúngicos y afines asociados a síntomas de decaimiento, en el marco del fenómeno de mortandad agrupada. Se seleccionaron 4 sitios de estudio previamente identificados mediante herramientas de información geográfica y referencias del Pque. Nac. Los Alerces, ubicados en laderas adyacentes a los lagos Krugger, Menéndez, Verde y río Paso Ancho. Se tomaron muestras de duramen y albura de la corona de árboles sintomáticos y asintomáticos a partir de las cuales se procedió al aislamiento en medios de cultivo selectivos y al test ELISA para detección de *Phytophthora*. Se obtuvieron más de cuarenta morfotipos que fueron identificados morfológica y molecularmente. No se observaron diferencias de diversidad entre los sitios analizados, encontrándose numerosos Basidiomycetes, con *Armillaria* y varios degradadores presentes. El ensayo ELISA detectó *Phytophthora* en todos los sitios estudiados. Estos resultados preliminares permiten vislumbrar un causal biológico de la muerte agrupada. Resta realizar análisis de patogenicidad y aislar la/las especie/s de *Phytophthora* asociada/s. En rodales de *Nothofagus pumilio* se observó la misma sintomatología, por lo que se planea también su estudio. El entendimiento de las causas de esta enfermedad permitirá, en el futuro, la toma de medidas de manejo adecuadas para la mitigación del deterioro sanitario de estos bosques.

**Palabras clave:** fitopatología, endófitos, *Phytophthora*.

## Avances en un proyecto de detección de anomalías en la cobertura vegetal en plantaciones de pinos a través del uso de herramientas de teledetección

Monte CB <sup>1</sup>

<sup>1</sup> YPF S.A.

Autor de correspondencia: [cecilia.monte@set.ypf.com](mailto:cecilia.monte@set.ypf.com)

### Resumen

La modelización del manejo forestal requiere contar con buena información de base, siendo las imágenes satelitales un insumo fundamental que facilita el diagnóstico y el monitoreo de la cobertura vegetal a lo largo del tiempo. El proyecto pretende comparar una serie de índices de vegetación a través del uso de imágenes de alta resolución y establecer la capacidad de los mismos para detectar anomalías en la cobertura vegetal. El sitio de estudio se localiza en el Campo Forestal Nahueve, Depto. Minas, Neuquén. El campo tiene 1200 ha forestadas principalmente con *Pinus ponderosa* y *P. contorta* var. murrayana. La masa forestal presenta afectación con la avispa barrenadora de los pinos (*Sirex noctilio* F.). El proyecto consta de varias etapas, aún en ejecución, y en el mismo trabajan en conjunto YPF-YTEC-CONAE. Se culminó con la primera etapa, en donde se determinó el estado de la vegetación a partir de imágenes SENTINEL y SPOT, generando un mapa base, a escala 1:25.000, de cobertura del sitio a partir de datos del índice verde, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), validados con datos de campo y clasificado en tres posibles categorías de valores para el estado de la cobertura vegetal. En sucesivas etapas se continuará con el uso de otras imágenes de alta resolución, para evaluar los parámetros que mejor se ajusten a esta especie en el sitio de estudio.

**Palabras clave:** imagen satelital, NDVI, anomalía.

## Mansedumbre adquirida por manejo en sistemas bovinos extensivos con bosque de ñire

Ormaechea S<sup>1</sup>, Escribano C<sup>2</sup>, Peri PL<sup>1,3,4</sup>

1 EEA Santa Cruz, INTA

2 AER Río Grande, EEA Santa Cruz, INTA

3 CONICET

4 Universidad Nacional Patagonia Austral (UNPA)

**Autor de correspondencia:** [ormaechea.sebastian@inta.gob.ar](mailto:ormaechea.sebastian@inta.gob.ar)

### Resumen

En los sistemas extensivos del centro de la isla de Tierra del Fuego predominan los ambientes de bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*), vegas y turberas. Esto configura un terreno difícil para el manejo y arreo del ganado. Generalmente el manejo implica que el rodeo se junte en pocos momentos del año para tratamientos sanitarios o pesajes. No obstante, se ha observado que manejos con suplementación o pastoreo rotativo promueven en los animales un comportamiento más dócil que facilitaría tanto el arreo como el trabajo en corral. Por ello, se ha desarrollado un ensayo a escala real de producción en la Estancia San Pablo (54° 16' S, 66° 60' O), Tierra del Fuego, con el objetivo de verificar el efecto de mansedumbre que provocan estos manejos. Durante dos años se realizó una suplementación con balanceado proteico (30 % PB, 1 % Fósforo, 200 g ionóforo) durante 45 días (a la salida del invierno) a 20 terneras Hereford de 11 meses de edad. Otro grupo se manejó tradicionalmente en un cuadro distinto para contar con un testigo. El alimento se suministró diariamente respetando un período de acostumbramiento y una ración creciente de 300 a 500 g/día. Los animales fueron diariamente arreados hasta el lugar del alimento y al momento de comer se emitía un sonido con el objetivo de que lo asociaran a la entrega. Luego de 12 (±2) días los animales comenzaron a consumir el alimento balanceado normalmente y no hubo necesidad de arrearlos ya que respondieron al llamado con el sonido asociado a su entrega. Al finalizar el ensayo los animales suplementados pudieron ser juntados y arreados en 2 hs 30 min por una persona, desde una distancia de aproximadamente 2500 m. Por su parte, los animales del grupo testigo continuaron manifestando un comportamiento temeroso y arisco, por lo que el arreo requirió, ponderado para un número similar de animales y distancia, 4 días y dos personas en sucesivas salidas. Los resultados obtenidos son alentadores a fin de poder brindar recomendaciones al sector productivo, significando para el productor un ahorro en la mano de obra. Consideramos necesario futuros estudios que permitan cuantificar científicamente esta respuesta.

**Palabras clave:** suplementación proteica, comportamiento animal, silvopastoril.

## Diferencias entre la regeneración pre- y post-instalada en bosques de lenga cosechados mediante cortas de protección en Tierra del Fuego, Argentina

Paredes D<sup>1</sup>, Quiroz D<sup>1</sup>, Martínez Pastur G<sup>2</sup>, Lencinas MV<sup>2</sup>, Cellini JM<sup>3</sup>, Ojeda J<sup>1</sup>, Farina S<sup>1</sup>, Parodi M<sup>1</sup>

1 Dirección General de Desarrollo Forestal de Tierra del Fuego

2 CADIC-CONICET

3 LISEA, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP

**Autor de correspondencia:** [dparedes@tierradelfuego.gov.ar](mailto:dparedes@tierradelfuego.gov.ar)

### Resumen

Tierra del Fuego cuenta con grandes superficies de bosques de *Nothofagus pumilio* (lenga) bajo aprovechamiento forestal y con un marco normativo orientado a la producción sostenible. Las prescripciones silvícolas están basadas en la apertura del dosel para generar las condiciones adecuadas para el desarrollo natural de la regeneración. Ésta puede clasificarse como establecida con posterioridad a la cosecha (POST), o presente antes de la cosecha (PRE). Se evaluaron cuatro rodales cosechados en el año 2005 bajo cortas de protección: Ewan (EW); Bronzovich (BR); Fregosini (FRE) y Castro (CAS), se instalaron cuatro parcelas de 500 m<sup>2</sup> en cada rodal con diferentes orientaciones (N; S; E; W). Se midieron tocones, árboles vivos, muertos en pie y volteados por viento. En los extremos de cada parcela se realizaron sub-parcelas de regeneración donde se midieron altura (H), densidad (DEN), daños bióticos y abióticos. Se aplicaron análisis de varianza cuyos resultados no mostraron diferencias significativas para H entre rodales (0,4 a 2,4 m) ni entre tipos (PRE= 0,7 m; POST= 1,5 m), asimismo para DEN entre rodales desde 17,2 a 120,0 mil.ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, los tipos de regeneración (F= 9,26) presentaron diferencias entre PRE (13,6 mil.ha<sup>-1</sup>) y POST (102,2 mil.ha<sup>-1</sup>). Los daños bióticos y abióticos por tipo de regeneración y entre rodales no presentaron diferencias significativas, mientras que existen diferencias (F= 6,52) entre la media del ápice seco entre un nivel de tipos de regeneración. Se puede concluir que existe una participación significativa de la regeneración PRE que se complementa con la POST, permitiendo la regeneración completa de los rodales analizados, siendo los daños poco significativos para el desarrollo de la misma. Sin embargo, las diferencias observadas entre rodales, indican diferencias en las dinámicas de la regeneración a escala de paisaje, lo que debe ser analizado con mayor profundidad para conocer los alcances de estas diferencias.

**Palabras clave:** *Nothofagus pumilio*, producción sostenible, post cosecha forestal.

## Estabilidad del dosel remanente y crecimiento en cosechas de bosques secundarios y floreados de lenga en Tierra del Fuego: 5 años de seguimiento

Parodi M<sup>1</sup>, Favoretti S<sup>2</sup>, Paredes D<sup>1</sup>, Cena ME<sup>1</sup>, Martínez Pastur G<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Desarrollo Forestal de Tierra del Fuego

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Tierra del Fuego

<sup>3</sup> CADIC, CONICET

Autor de correspondencia: [mparodi32@gmail.com](mailto:mparodi32@gmail.com)

### Resumen

Los aserraderos de Tierra del Fuego basan su industria en la cosecha de bosques primarios de lenga (*Nothofagus pumilio*), dejando fuera a los bosques floreados o secundarios. Los motivos se basan en la falta de conocimiento para el manejo de estas masas forestales. En 2011 se establecieron 15 parcelas de monitoreo en 50 ha de bosques secundarios y floreados en los últimos 50 años en Lago Escondido (54°37' LS, 67°44' LO) realizadas por la empresa Bronzovich Hnos, analizando tres tratamientos: cortas preparatorias (CP), cortas finales con retención dispersa (CFR) y raleos (R). Los árboles individualizados fueron monitoreados y medidos anualmente. El objetivo fue analizar la estabilidad del dosel de protección en CP, la estabilidad de la retención dispersa en CFR, y la estabilidad y crecimiento de los individuos seleccionados en R. Las CP presentaron un área basal (AB) inicial de 56,2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y de 30,9 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> luego de las intervenciones para llegar a 28,7 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> luego de 5 años. Las CFR presentaron un AB inicial de 34,9 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y de 14,5 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> luego de las intervenciones para llegar a 12,8 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> luego de 5 años. Los R presentaron un AB inicial de 71,9 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> y de 43,6 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> luego de las intervenciones en 2012 (40 % de reducción de AB) con aumentos debidos al crecimiento y disminuciones debidas a la mortalidad de árboles (39,7; 39,9; 40,7 y 38,0 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> para los años 2013-2016 respectivamente). Esto dio crecimientos netos negativos para algunos años (-29,0 a -40,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) y positivos para años con menor daño en el dosel remanente (3,7 a 6,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>). Los crecimientos diamétricos promedios por parcela (2015-2016) fueron de 0,45± 0,06 cm.año<sup>-1</sup>, con un máximo individual de 2,35 cm.año<sup>-1</sup>. A partir de los resultados se puede observar que la mayor caída en CP y CFR se produjo el año después de las intervenciones, pero que continúa a una menor tasa al día de la fecha. En R, los crecimientos son alentadores pero la muerte de individuos (caída o descope) sigue siendo elevada debido a que los bosques secundarios son muy sensibles a los raleos si no han sido intervenidos en forma temprana.

**Palabras clave:** cortas preparatorias, cortas finales, raleos.

## Cipreses de Arizona: un ensayo de orígenes en la estepa nordpatagónica

Pastorino MJ<sup>1,2</sup>, Aparicio AG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal – INTA EEA Bariloche

<sup>2</sup> CONICET

Autor de correspondencia: [pastorino.mario@inta.gob.ar](mailto:pastorino.mario@inta.gob.ar)

### Resumen

La rigurosidad climática de la estepa patagónica restringe severamente las opciones forestales en seco, siendo necesaria la diversificación con especies tolerantes a vientos, sequías y fríos extremos. Habiendo observado en el arbolado rural de la región el uso de especies de *Cupressus* de procedencia desconocida, se realizó una importación de semillas de seis orígenes de *Cupressus arizonica* y cuatro de *Cupressus glabra*, todos del estado de Arizona, Sur de EE.UU., con altitudes de 1000 a 1700 m snm. En 2003 comenzamos la producción de plantas en la EEA Bariloche del INTA (1 año en almácigo + 1 año en tubete de 265 cm<sup>3</sup> con sustrato inerte y fertirriego). En 2005 instalamos un ensayo con los 10 orígenes en la Ea. San Ramón, cercana a Bariloche (41° 4' 15" S; 71° 2' 49" W; 1020 m snm), en una ladera esteparia (589 mm de precipitación media anual) de exposición E con 30 % de pendiente y cobertura herbácea. Usamos un DCA con 3 parcelas de 6 plantas por tratamiento (a 3 X 3 m; con protectores individuales tipo "chapa corona", retirados al año 3). Evaluamos supervivencia y crecimiento en altura a los años 1, 3 y 11, y comparamos los orígenes por medio de ANOVAs. Luego de la reposición de la mortandad al año 1 (14,4 %) la supervivencia fue casi total. Las alturas medias fueron de 39,7 (±0,6) cm; 61,6 (±1,3) cm y 334 (±5) cm en cada evaluación, y sólo hubo diferencias significativas entre los orígenes en el año 1 (p= 0,0008). La altura máxima medida fue de 4,7 m; la abundante presencia de ciervos provocó daños en los tallos y ápices, pero la recuperación es muy buena y las plantas presentan un gran vigor y porte forestal. Casi la mitad de ellas ha comenzado a producir estróbilos femeninos (sólo un árbol produjo amentos masculinos). La indiferenciación entre orígenes nos permite proyectar para el corto plazo el uso del ensayo como área productora de semillas de ambas especies. Su adaptabilidad a la estepa nordpatagónica la vuelve apropiada para establecer cortinas rompevientos, montes de reparo y leñeros, e incluso para carpintería rural dada su buena calidad de madera.

**Palabras clave:** Introducción de especies, *Cupressus*, diversificación forestal.

## Efecto de la altura de corte y edad del árbol en la capacidad inicial de rebrote de tocón de ñire en bosques de la Patagonia Chilena

Promis A<sup>1</sup>, Cruz G<sup>1</sup>, Galindo N<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile

**Autor de correspondencia:** *alvaro.promis@gmail.com*

### Resumen

En sistemas con grandes disturbios la capacidad de rebrote en plantas leñosas es un rasgo funcional de gran valor para supervivencia y mantención. Dependiendo de la especie, la capacidad de rebrote puede estar influida por la edad de los árboles. Se ha documentado que a mayor edad del árbol, la capacidad de rebrote disminuye. También se han encontrado crecimientos vigorosos de rebrotes en árboles mayores a 80 años. Además la altura de corte podría influir en la densidad y el vigor del rebrote. La mantención de bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) depende de la reproducción vegetativa. El objetivo es evaluar la aplicación de tres alturas de corta en árboles de ñire de distintas edades sobre densidad y crecimiento de rebrote después del primer año. El estudio se lleva a cabo en dos bosques de ñire localizados en bioclima supratemplado, con diferentes regímenes de precipitaciones: Perhúmedo en Valle California (VC, ~2.250 mm/año, 43°40'S, 71°43'W, 670 m snm) y Húmedo en Balmaceda (BA, ~570 mm/año, 45°50'S, 71°47'W, 615 m snm). En el verano de 2015 se cortaron 41 árboles a ras del suelo, 41 a 30 cm del suelo y 40 a 100 cm del suelo, con edades entre 12 y 89 años. Los resultados preliminares al año muestran que la respuesta de rebrote de tocones es exuberante, con densidades que llegan a 440 plantas por tocón. El crecimiento en este caso, aunque no existe evidencia estadística, tiende a ser mayor en tocones a 30 y 100 cm a nivel del suelo, respecto a los que se encuentran al ras de suelo. En VC existiría un patrón de mayor número de brotes y crecimiento en longitud en la medida que los árboles son más viejos. Lo contrario se observó para el crecimiento en diámetro a la altura del cuello. En BA no se evidenció un patrón claro de relación de brotes vegetativos con edad de fustes. Estos resultados preliminares parecen indicar una respuesta diferenciada en capacidad de rebrote y vigor de ellos respecto a la edad de árboles cortados y a la ubicación de los bosques en el paisaje.

**Palabras clave:** *Nothofagus antarctica*, regeneración vegetativa, monte bajo.

## Toma de decisiones y manejo silvopastoril en ñirantales. Modelo de producción de leña

Verónica Rusch <sup>\*1</sup>, Santiago Varela <sup>1</sup>, Horacio Ivancich, Federico Letourneau <sup>2</sup>, Andrea Goijman <sup>3</sup>

<sup>1</sup>EEA Bariloche, INTA; <sup>2</sup>Campo Ftal. General San Martín, EEA Bariloche, INTA; <sup>3</sup>CIRN, INTA

\*Autor de correspondencia: [rusch.veronica@inta.gob.ar](mailto:rusch.veronica@inta.gob.ar)

### Resumen

Dada las numerosas fuentes de incertidumbre ligadas a la toma de decisiones, es aconsejable abordar estas basándose en modelos de estadísticas de probabilidades (bayesiana), de manera de poder incluir dichas incertidumbres en los análisis. Con el objetivo de incorporar la dinámica del ñire (*Nothofagus antarctica*) en sistemas de decisiones sobre su manejo, se generó un "submodelo" que combina el conocimiento existente sobre la dinámica de sus poblaciones. Las variables de entrada al modelo fueron la calidad de sitio, el diámetro y la densidad media del rodal y la cobertura herbácea. Se contempló la posibilidad de usos: seis tasas de extracción de leña (entre 0 a 15 m<sup>3</sup>/ha año), cuatro intensidades de pastoreo (nula, menor, igual o mayor que la disponibilidad forrajera) y la posibilidad de plantar (400 ind. logrados/ha). Se tuvieron en cuenta tasas de crecimiento, de mortandad por competencia y por edad, de rebrote y supervivencia del mismo y de regeneración por semilla para cuatro horizontes de tiempo de 1 a 140 años. Las salidas del modelo incluyen variables como densidad y diámetro de individuos remanentes y de renovales, diámetro, AB y productividad de leña para cada situación de inicio y tiempo. El modelo expresa un decaimiento del AB en situaciones con pastoreo intenso o con altas coberturas herbáceas, aun sin extracción, al transcurrir el tiempo o en casos de bosques iniciales de avanzada edad. También la promoción del crecimiento del rodal en situaciones con extracciones bajas o medias sin pastoreo. Si bien el modelo se podría presentar como determinístico, el desarrollado en este trabajo permite incorporar la incertidumbre ligada a los factores ambientales, de muestreo y de falta de conocimiento, permitiendo asociarlo a un modelo de toma de decisiones más amplio y un ajuste basado en nuevas investigaciones. Al explicitar los supuestos de interrelaciones entre las variables ambientales y de manejo más relevantes, favorece la comunicación y el planteo de un manejo adaptativo.

**Palabras clave:** sustentabilidad, regeneración, productividad.

### Introducción

El presente trabajo forma parte de un estudio mayor: la formulación de un modelo para analizar la toma de decisiones de los productores y sus consecuencias en la sustentabilidad de la producción de los servicios ecosistémicos (SE). El modelo más amplio, de utilidad en la toma de decisiones optimizando objetivos únicos o combinados, permite incluir la incertidumbre a través de la formulación de redes bayesianas de probabilidades (Barton et al. 2012), tanto de los cambios sufridos en el sistema por el manejo, como de los SE, los beneficios obtenidos y la valoración de los actores. En este trabajo presentamos los componentes y el funcionamiento del Submodelo "Producción de leña" bajo la metodología de redes bayesianas sustentadas en tablas de probabilidad condicionadas, el cual permite el cálculo de la productividad de leña, así como de las consecuencias de diferentes niveles de manejo del ecosistema, incluyendo corta, pastoreo y plantación.

### Materiales y Métodos

La red bayesiana se construyó con el soft Netica®. Las variables empleadas, se presentan en la Tabla 1. Se asume un bosque monoespecífico de ñire de fondo de valle de la región norte de la Patagonia andina. Las variables de entrada describen la condición inicial del bosque a través de su estructura. El modelo puede correr con diferentes niveles de manejo. Los cambios de la estructura del bosque se producen por transcurso del tiempo, manejo aplicado o ambos. La dinámica del bosque se divide en dos: el crecimiento de aquellos individuos que conforman la estructura al momento de inicio y la

dinámica de los renuevos que se incorporan o los individuos que se plantan durante el período de simulación. Se obtienen como resultados el área basal remanente, el vol. remanente de los individuos iniciales y la productividad de bosque. El modelo puede ser corrido desde el momento inicial ( $t_0$ ) hasta distintos lapsos de horizontes futuros ( $t_1$ ).

**a) Variables de entrada** (Tabla 1): La componen 3 variables de estado del sistema (densidad y diámetro medio de ñires y cobertura herbácea); una variable independiente (calidad de sitio) y el tiempo por el que se corre el modelo. **b) Variables de manejo** (Tabla 1): 3 tipos de manejo posibles con distintos niveles. En el caso de la plantación se incluye el cierre con alambrado durante 10 años de 1/12 parte del predio (esperanza de vida del ñire, 120 años, cierre durante 10 años). La extracción de ñire se calcula sobre la existencia y el crecimiento de los individuos iniciales. Las nuevas plantas que aparecen en el transcurso del período no son incluidas en el potencial de corta inicial, aunque sí en el AB final. **c) Variables intermedias** (Tabla 2): **1) Cambios en la estructura del rodal inicial:** se consideraron 3 procesos para calcular los cambios producidos en el rodal: el crecimiento en diámetro; la corta (extracción) y la mortandad, por edad o por competencia: Densidad remanente: Considera la densidad al final del periodo afectada por la extracción. La extracción anual es multiplicada por el tiempo para obtener el volumen total de la extracción. Este se divide por el volumen de un solo árbol (Lencinas et al. 2002), obteniéndose la densidad cortada. Si esto se resta de la densidad inicial, este es el valor de la densidad remanente. Densidad final de individuos remanentes: La densidad remanente puede sufrir otra reducción por mortandad (una dependiente del tiempo, y otra por competencia). La 1<sup>ra</sup> es función de la edad de los individuos mayores a 60 años (Ivancich; 2013; Mortalidad=  $0.6323 * \text{Edad} - 35.935$ ). La 2<sup>da</sup> se debe a la competencia (con AB >  $70,5 \text{m}^2/\text{ha}$ , muere parte de la población, de tal forma de mantener constante el valor máximo de AB; Ivancich, 2013). Para el cálculo de densidad final se computa la mortandad producto de la edad y la mortandad derivada de la competencia entre árboles, empleándose el valor más alto de ambas. La densidad final de individuos remanentes se obtiene de restar a la densidad remanente, la proporción que muere. Crecimiento diamétrico: Tasa fija de crecimiento de 2mm de diám/año, o modificada según calidad de sitio (hasta 4mm/año). Las tasas de crecimiento se pueden modificar en función de la calidad de sitio. Volumen remanente: Volumen del rodal al final del período restándose la extracción total del período. El volumen de un individuo se calcula según Lencinas et al. 2002. Se considera una simplificación del modelo la no inclusión del crecimiento en altura, incluyéndose como dentro del error del mismo. AB de individuos remanentes: A partir del volumen remanente (volumen inicial menos cortas), se calcula la densidad a la que este volumen corresponden -en función del diámetro-. **2) Cambios en la población de renuevos:** Los renuevos pueden derivar de 3 fuentes: Regeneración por semilla: Se estimó una probabilidad de regeneración por semilla ante diferentes escenarios. Esta depende en el modelo, de la existencia de árboles padres (AB intermedias a altas maximizan la regeneración); Pastoreo (a mayor intensidad de pastoreo, menor regeneración) y cobertura herbácea, dado que se considera que coberturas muy altas y altas reducen la probabilidad de regeneración, por competencia por agua. La probabilidad de regeneración por semilla se estima con el AB promedio del período de tiempo de la simulación y en función de la cobertura herbácea. Rebrote de cepa: Por un lado se calcula la cantidad de individuos extraídos, en relación a los volúmenes que se extraigan y los diámetros medios afectándose los individuos remanentes por un porcentaje de rebrote y a su vez por otro porcentaje de supervivencia de rebrote. Dada la reducida información sobre estas variables, se realizó un pre muestreo estimándose una proporción de individuos cortados que rebrotan con una tasa promedio del 62%. En base al conocimiento existente, se estimaron probabilidades de supervivencia. Plantación: Se calcula que a los 10 años de realizada la práctica, se han instalado eficazmente (altura mayor 1,5m) 400 plantas/ha. Renuevos: Mediante esta variable, que suma los aportes de las tres fuentes: la regeneración por semilla, la plantación y el rebrote, se puede estimar la densidad de la cohorte joven que ingresa al sistema. **3) Cambios en el rodal integrado:** AB final: Suma del aporte de AB proveniente de los individuos originales después de las cortas, el crecimiento y la mortandad, más el aporte de los renuevos, que han crecido en el tiempo. Productividad del rodal: la productividad de

leña de sistema (en volumen por superficie y tiempo-  $m^3/ha$  año) al final del periodo dependerá de los diámetros y densidades en dicho momento, y será función de la tasa de crecimiento.

### Resultados

El resultado del trabajo es el modelo global (Fig. 1) para la producción de leña considerando la dinámica del sistema y diferentes acciones de manejo posible. Como ejemplo, si se corre el modelo para un bosque con diámetro medio de 17 cm y una densidad de 750 árboles/ha en el momento inicial, con baja cobertura herbácea, sin caña y cobertura arbustiva baja, puede verse que bajo un escenario de pastoreo nulo niveles de extracción muy altos tienen a generar la mayor cantidad de renuevos a mediano y largo plazo separándose marcadamente de la cantidad obtenida mediante extracciones más bajas. Si se piensa en la misma condición inicial con niveles de pastoreo altos el mantenimiento de un número bajo de renuevos sólo es posible combinado con extracciones muy bajas. Los resultados muestran de qué manera la influencia del pastoreo condiciona marcadamente los niveles de producción de leña sobre todo al considerarse escenarios de largo plazo, favoreciéndose en algunos casos a corto y mediano plazo mediante la incorporación de nuevos individuos (por ej. con plantación).

### Conclusiones

El presente modelo aporta así al cálculo de la productividad de leña y a la evaluación de las consecuencias de diferentes niveles de manejo del ecosistema, incluyendo corta, pastoreo y plantación pudiendo constituir una herramienta para la proyección de pautas de manejo a distintas escalas temporales.

### Referencias

- Barton, D. N., Kuikka, S., Varis, O., Uusitalo, L., Henriksen, H. J., Borsuk, M., De la H, A., Farmani, R., Johnson, S., Linnell, J. D. C. 2012. Bayesian networks in environmental and resource management. [Research Support, Non-U.S. Gov't Review]. *Integr. Environ. Assess. Manag.*, 8(3), 418-429.
- Ivancich, H. 2013. Relaciones entre la estructura forestal y el crecimiento del bosque de *Nothofagus antarctica* en gradientes de edad y calidad de sitio. Tesis doctoral. Univ. Nac. La Plata.
- Lencinas, V., Pastur, G. M., Cellini, J.M., Vukasovic, R., Peri, P., Fernández, M.C. 2002. Incorporación de la altura dominante y la clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica* (Foster f.) Oersted. *Bosque* 23 (2) 5-17.

**Tabla 1.** Variables de entrada al modelo y Manejo.

VARIABLE a ingresar	Tipo de variable		Unidades	CATEGORIAS	RANGOS
Extracción	Ex	Manejo	m <sup>3</sup> /ha año	Nulo, Muy bajo, Bajo, Medio, Alto; Muy alto	0; 0,1-2,5; 2,5-5; 5-7,5; 7,5-10; 10-15
Plantación	PI	Manejo	ind/ha	No; Si	0; 400
Pastoreo	P	Manejo	Carga, relación con la disponibilidad	Nulo, Bajo, Medio, Alto;	0; <1; 1; >1
Cobertura herbácea	Ch	Estado inicial	%	Baja, Intermedia, Alta, Muy alta	<15; 15-50; 50-75; >75
Densidad media	DeMI	Estado inicial	ind/ha	Baja, Intermedia, Alta, Muy alta	0; 1-50; 50-200; 200-400; 400-600; 600-800; 800-1000; 1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; 1800-2000
Diámetro medio	DiMI	Estado inicial	cm		1-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30; 30-35; 35-40; 40-45; 45-50; 50-55; 55-60; 60-65
Calidad de sitio	Cs	Entrada		Alta, Intermedia, baja, muy baja	Alturas (HT): 12, 8, 6, 3 m Tasa de Crecimiento (tc), ver Anexo 1a
Tiempo	T	Entrada	años	Nulo, Muy bajo, Bajo, Medio, Alto	0; 1-10; 10-40; 40-70; 70-140

**Tabla 2.** Variables intermedias y finales calculadas

VARIABLES intermedias	Unidad	CATEGORIAS	RANGOS	FORMULA BÁSICA	
Rebrote de cepa	Rc	ind/ha	0; 1-50; 50-200; 200-400; 400-600; 600-800; 800-1000; 1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; 1800-2000	$Rc = [(Ex * T) / ((0,59330761 / 10000) * (DiMI + Tc * T / 2)^2,163226966 * HT^{0,68172248})] * (Tasa \ de \ rebrote * tasa \ de \ supervivencia)$ Tasas ver Anexo 1 c y d.	
Densidad remanente	DeMR	ind/ha	0; 1-50; 50-200; 200-400; 400-600; 600-800; 800-1000; 1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; 1800-2000	$DeMR = DeMI - ((Ex * T) / ((0,59330761 / 10000) * (DiMI + (Tc * T / 2)^2,163226966 * HT^{0,68172248}))$	
Densidad final de individuos remanentes	DeMF	ind/ha	0; 1-50; 50-200; 200-400; 400-600; 600-800; 800-1000; 1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; 1800-2000; Imposible	$DeMF = DeMR - (DeMR * mortandad \ mayor)$ Mortandad por edad: si $(5 + DiMI * 2,5) + T \leq 60$ entonces 0; si $(5 + DiMI * 2,5) + T > 60$ entonces $mortandad = (0,6323 * ((5 + DiMI * 2,5) + T) - 35,935) / 100$ Mortandad por competencia: si $ABrf < 70,5$ entonces 0; si $ABrf > 70,5$ entonces $((ABrf - 70,5) * 10000 / ((DMI + (Tc * T) / 2)^2 * 3,14159)) / DeMR$	
Densidad de renuevos	DRENU		0; 1-50; 50-200; 200-400; 400-600; 600-800; 800-1000; 1000-1200; 1200-1400; 1400-1600; 1600-1800; 1800-2000; 2000-3000	$DRENU = PI + Rgn + Rc$	
Área Basimétrica inicial	ABi	m <sup>2</sup> /ha	Nulo, Bajo, Intermedio, Alto, Muy alto	0; 1-15; 15-25; 25-40; 40-70	$ABi = (((DMI / 2)^2 * 3,14159) * DeMI) / 10000$
AB remanente	Abr	m <sup>2</sup> /ha	Nulo, Bajo, Intermedio, Alto, Muy alto	0; 1-15; 15-25; 25-40; 40-70; Imposible	$Abr = [(VRFP / ((0,59330761 / 10000) * (DMI + CA * T)^2,163226966 * HT^{0,68172248})) * (((3,14159 * (DMI + CA * T)^2) / 10000)]$
Área Basimétrica final	ABf	m <sup>2</sup> /ha	Nulo, Bajo, Intermedio, Alto, Muy alto		$ABf = (((((DMI + (T * CA) / 2)^2 * 3,14159) * DeMF) / 10000) + (((((T * Tc) / 2)^2 * 3,14159) * DRENU) / 10000)) \ si \ > \ 70,5 = 70,5$
Volumen remanente al final del periodo	Vr	m <sup>3</sup> /ha	Nulo, Bajo, Intermedio, Alto, Muy alto	0; 1-150; 150-300; 300-450; 450-650	$VRFP = (((0,59330761 / 10000) * (DMI + Tc * T)^2,163226966 * HT^{0,68172248}) * DeMI) - (Ex * T)$
Volumen de crecimiento total, final	Vcf	m <sup>3</sup> /ha	Nulo, Bajo, Intermedio, Alto, Muy alto		$Vcf = (((0,59330761 / 10000) * (DMI + Tc * T)^2,163226966 * HT^{0,68172248}) * DeMF) / 10000 + (((0,59330761 / 10000) * (Tc * T)^2,163226966 * HT^{0,68172248}) * DRENU) / 10000$

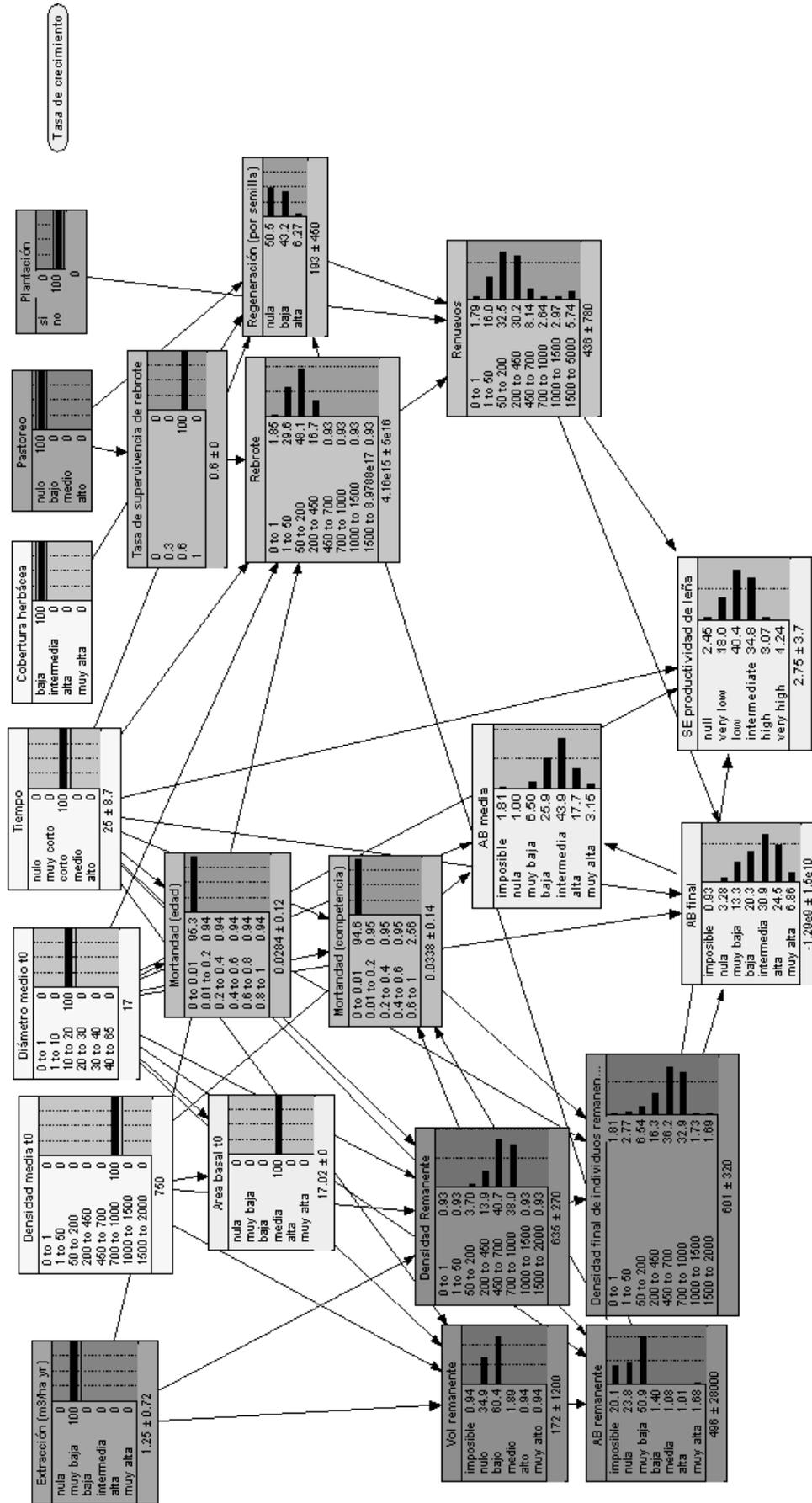


Figura 1. Modelo para el cálculo de la productividad de leña construido como Red Bayesiana. Las cortas se proponen sobre los individuos iniciales.

## Efecto del sustrato sobre el crecimiento temprano de pino ponderosa en contenedor y en un área de secano de la Patagonia extra-andina

Sbrancia R<sup>1</sup>, Dezzotti A<sup>1</sup>, Mortoro A<sup>1</sup>, Velásquez A<sup>1</sup>, Attis Beltrán H<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> CONICET

Autor de correspondencia: [renatosbrancia@gmail.com](mailto:renatosbrancia@gmail.com)

### Resumen

El sustrato utilizado en la producción de plantines en contenedor destinados a la forestación influye sobre el anclaje, el intercambio gaseoso, la absorción de agua y nutrientes y finalmente, en el tamaño y la sanidad de las plantas y el costo de esta actividad. En la Patagonia argentina, los sustratos utilizados son en muchos casos una mezcla, en diferentes proporciones, de turba de *Sphagnum* con perlita o vermiculita. Sin embargo, estos materiales son costosos y en particular, la turba proviene de la explotación extractiva de humedales. Este trabajo compara el desarrollo inicial en invernadero (EI) y durante el establecimiento (42° 21' S y 71° 5' O) (EE) de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), en sustratos potencialmente alternativos. Los sustratos fueron turba - perlita [turba - perlita (3:1) + CaO (5 kg.m<sup>-3</sup> sustrato) + fertilizante (5 kg.m<sup>-3</sup> de sustrato)], aserrín [aserrín de pino + CaO (5 kg.m<sup>-3</sup> sustrato) + fertilizante (10 kg.m<sup>-3</sup> sustrato)] y suelo forestal [mezcla de ceniza y arena volcánica (~20 % v/v) y horizonte O de suelo de plantación (~80 % v/v) + fertilizante (10 kg.m<sup>-3</sup> sustrato)]. Las plántulas se desarrollaron en bandejas con 30 contenedores de 160 cm<sup>3</sup> cada uno, fertilizados con Basacote plus® 6M de liberación controlada (n = 18 bandejas). Durante EI, las plántulas con suelo forestal presentaron un tamaño hasta 80 % y un peso aéreo y radicular hasta 201 % mayores que en los otros sustratos. Los índices tallo-raíz, esbeltez y calidad de las plántulas fueron de 29 %, 48 % y 151 %, respectivamente, y significativamente mayores en el suelo forestal que en la turba-perlita y el aserrín (ANOVA, p < 0,05). Durante EE, la sobrevivencia durante el primer año no difirió entre sustratos (ANOVA, p ≥ 0,05). En cambio, la tasa de crecimiento en altura de las plantas provenientes del suelo forestal fue 96,8 % mayor a las de la turba - perlita y el aserrín (ANOVA, p < 0,05) (n = 6 bandejas). Las propiedades del suelo forestal asociadas al desempeño temprano de *P. ponderosa* abren perspectivas promisorias en la búsqueda de tecnologías ambiental y económicamente más adecuadas para desarrollar estos sistemas productivos.

**Palabras clave:** producción forestal, contenedor, suelo forestal.

## Mejoramiento genético en ñire: selección temprana por forma forestal

Schinelli Casares T<sup>1</sup>, Mondino VA<sup>1</sup>, Paredes M<sup>1</sup>, Pastorino MJ<sup>2,3</sup>

1 EEA Esquel, INTA

2 Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, EEA Bariloche, INTA

3 CONICET

**Autor de correspondencia:** *schinelli.teresa@inta.gob.ar*

### Resumen

La gran adaptabilidad del ñire (*Nothofagus antarctica*), incluso en sitios marginales para la producción forestal, y su uso en sistemas silvopastoriles, vuelven de interés su potencial plantación con fines productivos. Sin embargo, es sabida la irregularidad de formas arquitecturales que desarrolla, desde árboles monopodiales y rectos, hasta achaparrados y multicaules. Se desconoce el grado de control genético que tienen estos rasgos arquitecturales y el crecimiento inicial. Con el fin de comenzar un programa de mejoramiento genético de baja intensidad para el ñire considerando estos caracteres, se cosecharon semillas de 39 árboles de un bosque natural correspondientes a dos categorías de forma contrastantes: "plus" y "general". Se produjeron plantas en el vivero de la Estación Agroforestal Trevelin del INTA por medio de fertirriego en tubetes sobre sustrato inerte, y se estableció un ensayo en invernáculo con 3 repeticiones de 20 plantas por cada una de las 39 familias, con un DCA. Al fin de la primera temporada se midió altura (H) y se evaluó forma (F) de los plantines según 3 categorías: rectos, torcidos, rastreros. Por medio de ANOVA se analizó para ambas variables 1) la diferencia entre las medias de los plantines correspondientes a las 2 categorías de forma de las madres, y 2) la variabilidad entre las familias. No se verificaron diferencias entre las 2 categorías de árboles madres para H, pero en cambio sí para F: las madres plus produjeron una mayor proporción de plantines rectos. Inversamente, se probó variabilidad entre familias para H, pero no para F. Así, la heredabilidad estimada para H fue muy elevada ( $h^2 = 82\%$ ), pero en cambio nula para F. Estos resultados indican que seleccionar el tipo de árbol madre permitiría obtener una mayor proporción de plantines rectos, pero no tiene sentido seleccionar por F dentro de este grupo. En cambio sí se podría lograr una ganancia en H seleccionando dentro del grupo de árboles rectos. Resta estudiar la correlación de estos caracteres entre sí a esta edad juvenil, y entre esta edad y edades más avanzadas.

**Palabras clave:** *Nothofagus antarctica*, heredabilidad, rectitud de fuste.

## Comparación de modelos de plantación en sistemas silvopastoriles con álamo mediante indicadores económicos y financieros

Segura A <sup>1</sup>

<sup>1</sup> AER Conesa, EEA Valle Inferior del Río Negro, INTA

Autor de correspondencia: [segura.atilio@inta.gob.ar](mailto:segura.atilio@inta.gob.ar)

### Resumen

La actividad forestal es de gran relevancia en el Valle de Conesa y la región de valles irrigados de la Patagonia Norte. La producción de madera de álamo ha estado históricamente ligada a la fruticultura y el principal destino es la madera rolliza. Desde hace tiempo los productores / forestadores se ven poco motivados para hacer nuevas plantaciones, por tal motivo se plantean distintas alternativas que mejoren los indicadores económicos y financieros vinculando la producción de madera con la ganadería. El objetivo de este trabajo fue modelizar alternativas de producción forestal incluyendo los sistemas silvopastoriles (SSP) y luego analizar los resultados de los mismos. Se plantearon tres modelos: 1) forestal, 2) silvopastoril con raleo a los 9 años y 3) silvopastoril sin raleo pero con un marco de plantación más amplio. A los distintos modelos se les cargaron los costos específicos de cada uno y se prorrataron los costos fijos de la explotación. En los modelos de SSP la pastura se implantó en marzo, previo a la forestación, con dos resiembras en el año 5 y en el año 9. Para el caso de SSP el turno de corta es a los 15 años y el marco de plantación es de 8x3, mientras que para el SFP el marco es de 5x4 y el turno de corta es de 12 años. Los rendimientos de madera aserrada en los distintos modelos fueron 360 Tn/ha, 280 Tn/ha y 225 Tn/ha en los modelos 1, 3 y 2 respectivamente a razón de 300 \$/Tn. En cuanto a la producción de forraje - convertido en kg de carne - para los modelos 2 y 3 fue de \$94.500 y \$68.040 respectivamente. En los tres modelos se cobró el ANR de la ley 25.080 equivalente a 16.686 \$/ha. El VAN / TIR dio \$12.796 / 12 %; \$52.237 / 56 %; y \$34.171 / 47 % en los modelos 1, 2 y 3 respectivamente. El modelo SP c/raleo (2) dio los mejores indicadores con una incidencia del 47 % de los ingresos provenientes de la venta de madera y un 45 % de la producción interfilar. La incorporación de la producción de carne en forma complementaria a la forestal mejora los índices económicos y financieros al generar ingresos relativamente estables hasta el momento de corta y equivalentes a los ingresos de la forestación.

**Palabras clave:** carne, VAN, TIR.

## Germinación de ciprés de la cordillera a diferentes temperaturas y regímenes de aplicación

Taccari LE <sup>1</sup>, Nuñez E <sup>1</sup>, Martucci A <sup>1</sup>, Massone DS <sup>1</sup>

<sup>1</sup> INBIES, Universidad Nacional de la Patagonia SJB

Autor de correspondencia: [semillas.inbies@unp.edu.ar](mailto:semillas.inbies@unp.edu.ar)

### Resumen

*Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera) es una conífera endémica de los bosques andinos patagónicos de Chile y Argentina para la cual se está desarrollando un protocolo de domesticación que permita tener plantines de calidad para reforestar áreas degradadas por múltiples factores. A la fecha no se ha determinado la temperatura óptima de germinación de la especie, siendo este un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. El objetivo de este trabajo fue precisar el rango de temperatura y la temperatura óptima de germinación en la que ocurre el máximo porcentaje de germinación en un mínimo de tiempo para ciprés. Se hicieron geminar semillas estratificadas y no estratificadas bajo 6 temperaturas distintas entre 10-35°C, aplicadas de manera constante. Se consideró un posible efecto de tamaño de la semilla por lo que se trabajó con dos fracciones 2-2,5 mm (F1) y 2,5-3 mm (F2). Se evaluó el efecto del uso de temperaturas alternas utilizándose 16-26°C, 18-28°C y 20-30°C. Los tratamientos se manejaron mediante la aplicación de un DCA con 4 repeticiones de 50 semillas cada una y las variables evaluadas fueron porcentaje de semillas germinadas (PG) y energía germinativa (EG), la que se estimó mediante el Índice de Czabator. Luego de 28 días se obtuvo como resultado que la germinación se produce entre los 15° y 25 °C, en condiciones controladas, obteniéndose el mayor PG y EG a los 16°C de temperatura constante y en cámara de germinación. En ninguno de los ensayos llevados a cabo con semillas sin estratificar se produjo la germinación. La utilización de temperaturas alternas no mejora el PG ni EG, y el tamaño de las semillas utilizado no mostró diferencias estadísticamente significativas sobre el PG o la EG.

**Palabras clave:** temperatura óptima, *Austrocedrus chilensis*, domesticación.

## Estudio preliminar en el manejo de plantas madre para propagar vegetativamente al ciprés de la cordillera

Taccari LE <sup>1</sup>, Rocha P <sup>2</sup>, Greslebin AG <sup>3</sup>, Vélez ML <sup>4</sup>

1 INBIES - Universidad Nacional de la Patagonia SJB

2 Lab. Propagación Vegetativa – Fac. Cs. Ftales., Universidad Nacional de Misiones

3 Universidad Nacional de la Patagonia SJB - CONICET

4 CIEFAP - CONICET

**Autor de correspondencia:** [semillas.inbies@unp.edu.ar](mailto:semillas.inbies@unp.edu.ar)

### Resumen

*Austrocedrus chilensis* (Ciprés de la cordillera), es una especie endémica de los bosques andino-patagónicos de Argentina y Chile de gran potencial económico y ecológico. La generación de un protocolo de propagación vegetativa permitiría la reproducción de ejemplares seleccionados en base a características deseables, como resistencia a *Phytophthora austrocedri*, su principal patógeno. El objetivo de este trabajo fue iniciar estudios que permitan la formación de plantas madres para la obtención de estaquillas aptas para enraizar. Se utilizaron 10 plantines de 3 años de edad criados en invernáculo con fertirriego en contenedores de 160 cm<sup>3</sup> y con un promedio de 19,4 cm de altura y 4,3 mm de diámetro del cuello. Al inicio del ensayo, realizado entre octubre y diciembre los plantines fueron trasplantados a envases de 3,5 l con corteza de pino y fertilizante de liberación lenta Plantacote® pluss 14-9-15 +2MgO a razón de 3 g por envase. Las plantas se mantuvieron en el invernáculo y con régimen de enfriamiento ambiental durante todo el ensayo. Se aplicaron dos tratamientos: eliminación total de la masa foliar (SMF) y eliminación de la masa foliar superior a los 5 cm desde el cuello (CMF), utilizándose 5 plantas para cada tratamiento. Luego de la decapitación las plantas se rociaron con una solución de fungicida-bactericida. Las plantas SMF tuvieron bacteriosis y a los 45 días murieron todas, mientras que las plantas CMF, del 60 % que permaneció vivo ninguna brotó. El material obtenido de la decapitación de las plantas fue utilizado para realizar una primera aproximación hacia un método de enraizamiento, teniendo en cuenta si el origen de la estaca era apical o lateral y el diámetro de la misma. Se obtuvieron 80 estaquillas de 8-10 cm de altura y 1-4 mm de diámetro que luego de 24 h de cortadas se pusieron a enraizar hasta fines de diciembre. Se aplicó una única concentración de hormona IBA (ácido indol butírico) a razón de 2000 ppm. Como resultado preliminar se comprobó que el Ciprés necesita de masa foliar para sobrevivir a la decapitación luego de 45 días. Ningún tipo de estaca enraizó luego de 45 días con las características y dosis hormonal utilizada. Más estudios son necesarios para lograr la macropropagación de la especie.

**Palabras clave:** macropropagación, ácido indol butírico, estaquillas.

## Evaluación en altura inicial de procedencias locales de pino ponderosa

Tejera EL<sup>1</sup>, Schinelli Casares T<sup>1</sup>, Basil JG<sup>2</sup>, Mondino VA<sup>1</sup>, Gallo LA<sup>2</sup>, Martínez-Meier A<sup>2</sup>,  
Pastorino MJ<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> EEA Esquel, INTA

<sup>2</sup> EEA Bariloche, INTA

<sup>3</sup> CONICET

**Autor de correspondencia:** *pastorino.mario@inta.gob.ar*

### Resumen

El pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws) es la principal especie forestal implantada en secano en la Patagonia, con proyección a seguir siéndolo, para lo que es indispensable asegurar la provisión de semilla de adecuada calidad genética. Hace 18 años el INTA comenzó un programa de mejoramiento genético para la especie cuyos huertos semilleros clonales entraron en producción en 2013. Con el propósito de establecer la línea base del programa, se decidió evaluar las fuentes semilleras habitualmente usadas antes de la entrada en producción de los huertos. Se cosecharon semillas de 29 procedencias locales (rodales comerciales pertenecientes a INTA, CORFONE, Viv. Prov. Huínganco, Mun. Maitén, Serv. Ftal. Andino, AFR Manzano Amargo y privados) y en 2008 fueron sembradas en cancha de cría en el vivero de la Estación Agroforestal Trevelin del INTA (EAFT), donde se produjeron las plantas según el sistema productivo tradicional de 2 años de cría a la intemperie. En 2010 se estableció un ensayo de campo en la EAFT con un diseño en bloques completos con 3 repeticiones, en parcelas de 25 plantas, a un distanciamiento de 1 X 1 m, con un cercado perimetral de malla hexagonal. En 2015, antes de la entrada en competencia, se midió la altura total de las plantas con una precisión de 1 cm. Se evaluaron diferencias entre medias de cada procedencia a través de ANOVA. La altura media de la procedencia más alta fue 112 ( $\pm 3,7$ ) cm, y la de la más baja 81 ( $\pm 3,6$ ) cm. La altura máxima absoluta de todo el ensayo fue 304 cm, y la mínima absoluta 14 cm. La alta variabilidad en la altura de las plantas dentro de cada procedencia impidió probar diferencias significativas entre ellas, siendo este el rasgo más distintivo del ensayo. Los coeficientes de variación se distribuyeron en el rango de 24,6 a 41,2 %, con una media de 31,2 %. La heterogeneidad de las plantas es un carácter de desmérito para la silvicultura, más allá de los valores medios. Observaciones preliminares que esperamos confirmar con ensayos próximos a instalarse, muestran una mayor homogeneidad en la progenie de los huertos semilleros, además de un mayor crecimiento inicial.

**Palabras clave:** mejoramiento genético, áreas productoras de semillas, heterogeneidad de plantas.

## Índice de densidad de rodal para bosques de ñire de la Provincia del Chubut

Tejera EL<sup>1</sup>, Letourneau FL<sup>2</sup>

1 EEA Esquel, INTA

2 Campo Forestal Gral. San Martín, EEA Bariloche, INTA

**Autor de correspondencia:** [tejera.eduardo@inta.gob.ar](mailto:tejera.eduardo@inta.gob.ar)

### Resumen

Para realizar un manejo sustentable de los bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire) es necesario contar con información objetiva para la toma de decisiones. El manejo de la densidad de rodal es una característica importante que el productor puede controlar, ya que mediante las cortas se influye sobre la competencia y crecimiento de los árboles. Al mismo tiempo la cobertura de copas modifica las condiciones de crecimiento de especies vegetales que crecen en el sotobosque. Los índices de densidad de rodal (IDR) permiten expresar con precisión la condición de espesura del bosque. Para emplear estos índices es necesario contar con valores de referencia, a partir del cual tomar decisiones de manejo. La ley de autoraleo describe cómo varía la mortalidad por competencia a medida que los árboles crecen en tamaño y permite definir los parámetros de la densidad máxima biológica. El objetivo de este trabajo fue establecer el valor IDR máximo de acuerdo a Reineke y proponer de forma preliminar pautas para el manejo de la densidad. Se relevaron 59 rodales con alta densidad de individuos y evidencias de mortalidad por competencia. Los rodales presentaron un diámetro cuadrático medio (Dg) de entre 3 y 29 cm, una población de árboles vivos (N) de 550 a 41.370 arb.ha<sup>-1</sup>. La variación de N en función de Dg se explicó a través de un modelo estadístico lineal semi logarítmico ( $N = a + b * \log Dg$ ), y los valores de ordenada (a) y pendiente (b) se estimaron por mínimos cuadrados. El modelo ajustado presentó una adecuada distribución de residuales, y un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,908$ . La pendiente del modelo resultó en  $b = -1,656$ ; mientras que el valor de ordenada se incrementó para dar cuenta del límite máximo ( $a = 5,489$ ) que contiene el 95 % de las observaciones disponibles. De acuerdo al análisis el IDR máximo para la especie es de 1494 arb.ha<sup>-1</sup> cuando  $Dg = 25$  cm. Basado en estos resultados se proponen umbrales preliminares para el manejo de la densidad de estos bosques, que se presentan de forma tabulada.

**Palabras clave:** *Nothofagus antarctica*, autoraleo, índice de Reineke.

## Valor nutricional de pasto ovillo y trébol blanco en sistemas silvopastoriles con álamos y sauces

Esteban Thomas<sup>1\*</sup>, Hernán Cancio<sup>1</sup>, Catalina Boetto<sup>2</sup>, Gonzalo Caballé<sup>3</sup>

<sup>1</sup> EEA Alto Valle de Río Negro, INTA; <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba; <sup>3</sup> Grupo de Ecología Forestal, EEA Bariloche, INTA.

\*Autor de correspondencia: [thomas.esteban@inta.gob.ar](mailto:thomas.esteban@inta.gob.ar)

### Resumen

La disponibilidad de forraje en las forestaciones de álamos (*Populus* spp.) y sauces (*Salix* spp.) de los valles irrigados del norte de la Patagonia, hace posible la implementación de sistemas silvopastoriles. Conocer la calidad del forraje, además de su productividad, permite definir las metas de producción. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad, en primavera-verano, de una pastura compuesta por pasto ovillo -PO- (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco -TB- (*Trifolium repens*) implantada bajo dosel de álamos híbridos euroamericanos (*Populus xcanadensis*). La forestación está ubicada en un establecimiento de la localidad de Chimpay -Provincia de Río Negro- (39° 11' 36"S; 66° 8' 6"O), y posee una densidad de 140 árboles ha<sup>-1</sup> (12m x 6m), DAP (diámetro a 1,3m de altura) medio de 37,8 cm y altura total media de 29,4 m. En estas condiciones, el 74,3% de la radiación total logra atravesar el dosel y alcanzar el estrato herbáceo. El 24 de octubre de 2012 se instalaron cuatro clausuras de 1 m<sup>2</sup> distribuidas al azar, realizándose un corte de la pastura a 5 cm del suelo para uniformar el primer rebrote. Se efectuaron cortes de forraje en todas las clausuras en noviembre (2012), enero y marzo (2013), separando el material por especie y enviándose luego al laboratorio. Sobre la muestra seca se determinaron los porcentajes de proteína bruta (%PB) según Kjeldhal, fibra detergente neutro (%FDN), fibra detergente ácido (%FDA) según Van Soest, y a partir de la FDA se estimó la digestibilidad de la materia seca (%DMS). Teniendo en cuenta la participación porcentual de cada especie (PO:TB) según el momento de la temporada (48,5: 51,5 en noviembre, 59,9:40,1 en enero y 63,4:36,6 en marzo), se estimó la calidad ponderada de las dietas. A pesar de los cambios mencionados en la proporción de ambas especies, con disminución de trébol blanco, los valores de proteína bruta (PB) y digestibilidad (DMS) de la dieta aumentaron desde la primavera hacia el verano. Los resultados observados en esta experiencia indican que la disponibilidad de forraje de calidad en sistemas silvopastoriles bajo riego, como el producido por la consociación pasto ovillo-trébol blanco, permite su utilización para la recría y terminación de ovinos y bovinos.

**Palabras Clave:** sistemas silvopastoriles, forraje, *Populus*.

### Introducción

El manejo de la cobertura arbórea en las plantaciones con álamos y sauces bajo riego en los valles del norte de la Patagonia permite aumentar la disponibilidad de forraje, y por lo tanto combinar la actividad forestal con la ganadería ovina o bovina, transformando el sistema forestal puro en un sistema silvopastoril. El éxito de este sistema mixto depende de la productividad, calidad y persistencia de un estrato forrajero bajo dosel. El estrato arbóreo, al influir sobre la cantidad y calidad de radiación que alcanza el suelo, puede afectar la composición, productividad y calidad del forraje disponible para los animales (Lin *et al.* 1999, Peri *et al.* 2007, Pincemin *et al.* 2007). Conocer la calidad del forraje, además de su productividad, permite definir las metas de producción.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución de la calidad forrajera durante primavera-verano, de una pastura compuesta por pasto ovillo y trébol blanco implantada bajo dosel de álamos híbridos euroamericanos.

### Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante la temporada 2012/13 en el Establecimiento La Tranquila, ubicado en la localidad de Chimpay -Provincia de Río Negro- (39° 11' 36"S; 66° 8' 6"O), en una plantación de

álamos híbridos (*Populus x canadensis*) con un distanciamiento de 12m x 6m, equivalente a una densidad de 14,0 árboles ha<sup>-1</sup>.

Previamente, en octubre de 2011, debajo de la forestación se sembró una pastura consociada con 15 kg/ha de semillas de pasto ovillo -PO- (*Dactylis glomerata*) y 5 kg/ha de trébol blanco -TB- (*Trifolium repens*) utilizando un vibrocultivador con cajón de siembra. Al año siguiente, el 24 de octubre de 2012 se instalaron cuatro clausuras de 1 m<sup>2</sup> distribuidas al azar para evaluar la productividad y calidad de la pastura, realizándose un corte a 5 cm del suelo para uniformar el primer rebrote. En ese momento, el DAP (diámetro a 1,3m) promedio de los árboles fue de 37,8 cm y la altura total media de 29,4 m.

El nivel de cobertura del estrato arbóreo y la cantidad de radiación que alcanza el suelo fueron estimados a partir del análisis de fotografías hemisféricas. Se tomaron 3 (tres) fotografías en los sectores donde estaban ubicadas cada una de las clausuras, utilizando una cámara fotográfica Nikon Coolpix 5400 con una lente ojo de pez SCL8 Delta-T (Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK). Las fotos fueron tomadas durante el amanecer para evitar la influencia del sol directo, que produce sombras dentro del canopy y por lo tanto errores en la estimación. Para el análisis de las fotos se empleó el programa Gap Light Analyzer (GLA) v.2.0 (Frazer *et al.* 1999). En promedio, el 74,3 % de la radiación total logra atravesar el dosel y alcanzar el estrato herbáceo.

Las muestras del forraje cosechado en noviembre (2012), enero y marzo (2013), fueron separadas por especie para establecer la proporción en cada muestra, y se enviaron a laboratorio para realizar las determinaciones. Sobre la muestra seca de cada especie se determinaron los porcentajes de proteína bruta (%PB) según Kjeldhal, fibra detergente neutro (%FDN), fibra detergente ácido (%FDA) según Van Soest, y se estimó la digestibilidad de la materia seca (%DMS) a partir de la FDA.

## Resultados y Discusión

### *Cambios en la participación porcentual de cada especie*

Las estimaciones de producción de forraje se realizaron en noviembre, enero y marzo, con promedios de 1.787 kgMS/ha (Nov), 1.262 kgMS/ha (Ene) y 1.241 kgMS/ha (Mar) (Thomas & Cancio 2014). La participación porcentual (PO:TB) fue de 48,5:51,5 en noviembre, 59,9:40,1 en enero y 63,4:36,6 en marzo, aumentando la proporción de pasto ovillo respecto del trébol blanco a medida que avanzó la temporada. Esto posiblemente responda a una mayor tolerancia del pasto ovillo a la restricción lumínica (Lin *et al.* 1999; Peri *et al.* 2001), a la merma de producción del trébol blanco en verano debido a las altas temperaturas (Barbarossa *et al.* 2013), y a una menor tolerancia de la leguminosa a la sombra, que coincide con los resultados observados por Ehret *et al.* (2015) en consociación con raigrás perenne (*Lolium perenne*).

En pasturas polifíticas, es importante lograr un balance en la participación de gramíneas y leguminosas. El aumento de la proporción de gramíneas en detrimento de las leguminosas produce una disminución de la calidad de la dieta. En los sistemas silvopastoriles, una forma de modificar las proporciones de las especies se puede lograr modificando el ingreso de luz mediante el manejo de la cobertura arbórea.

### *Calidad forrajera*

A pesar de los cambios mencionados en la proporción de ambas especies, se observa que, tanto pasto ovillo como trébol blanco muestran un aumento de la calidad a medida que avanza la temporada, con mayores valores de proteína bruta y digestibilidad, y por lo tanto de la calidad de la dieta (Tabla 1).

**Tabla 1.** Calidad forrajera de pasto ovillo -PO- (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco -TB- (*Trifolium repens*), y de la dieta en cada momento de la temporada, en un sistema silvopastoril con álamos híbridos (*Populus x canadiensis*) en el Valle Medio del río Negro. PB%: Proteína Bruta; FDN%: Fibra Detergente Neutro; FDA%: Fibra Detergente Ácida; DMS %: Digestibilidad de la Materia Seca.

	PO			TB			Dieta		
	nov	ene	mar	nov	ene	mar	nov	ene	mar
PB%	11,8	14,8	12,7	16,5	19	22,4	14,2	16,5	16,3
FDN%	66,7	57,2	59,7	38,2	29,6	26,4	52,0	46,1	47,5
FDA%	36,4	28,9	30,7	29,4	21,4	18,2	32,8	25,9	26,1
DMS %	60,6	66,4	65	66	72,3	74,7	63,4	68,8	68,6

### Conclusión

Los resultados observados en esta experiencia indican que la disponibilidad de forraje de calidad en sistemas silvopastoriles bajo riego, como el producido por la consociación pasto ovillo-trébol blanco, permite su utilización para la recría y terminación de ovinos y bovinos. No obstante, se debe continuar evaluando el efecto de diferentes niveles de sombra sobre la producción y calidad de estas especies consociadas.

### Agradecimientos

Agradecemos al Establecimiento La Tranquila por haber permitido realizar las evaluaciones, y al proyecto de INTA "Interacciones ecológicas en sistemas silvopastoriles" (PNFOR 043211) por el financiamiento.

### Bibliografía

- Ehret M, Graß R, Wachendorf M. 2015. The effect of shade and shade material on white clover/perennial ryegrass mixtures for temperate agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 89:557–570.
- Frazer GW, Canham CD, Lertzman KP. 1999. Gap light analyzer (GLA): imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs. *Users Manual and Program Documentation, Version 2.0*, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, p. 36.
- Lin CH, McGraw RL, George MF, Garret HE. 1999. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry Systems* 44: 109–119.
- Barbarossa RA, Gallego JJ, Miñón DP. 2013. Producción de forraje de cultivares de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) en valles regados norpatagónicos. Cap. III, pp 25-31. En: (eds) Miñón, D. P.; Gallego, J. J. y Barbarossa, R. A. Producción de forraje de especies y cultivares de leguminosas en valles regados norpatagónicos. *Información Técnica* N°33. AÑO 7. N°15. Pp 73.
- Peri PL, Varella AC, Lucas RJ, Moot DJ. 2001. Cocksfoot and lucerne productivity in a *Pinus radiata* silvopastoril system: a grazed comparison. *Proceedings New Zealand Grassland Association* 63:139–147.
- Pincemin JM, Monlezun SJ, Zunino H, Cornaglia PS, Borodowski E. 2007. Sistemas Silvopastoriles en el Delta del Río Paraná: Producción de materia seca y estructura de gramíneas templadas bajo álamos. AAPA, ALPA, Cusco, Perú.
- Thomas E, Cancio H. 2015. Disponibilidad de forraje de *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* en sistemas silvopastoriles con álamos. 3º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Puerto Iguazú, Misiones, 7 al 9 de mayo de 2015.

## Inventario Nacional de Plantaciones Forestales: experiencias de su ejecución y resultados en la región andina de la Provincia de Neuquén

Trípodi N<sup>1</sup>, Zalazar G<sup>1</sup>, Fernández JC<sup>2</sup>, Gonzalez Musso R<sup>3</sup>

1 Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Ministerio de Agroindustria de la Nación

2 AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

3 Dirección de Recursos Forestales de la Provincia del Neuquén

**Autor de correspondencia:** *zalazargabrielo8@gmail.com*

### Resumen

En la Patagonia existen algo más de 90.000 ha de plantaciones forestales, de las cuales aproximadamente 60.000 ha se encuentran en la Provincia de Neuquén, lo que la convierte en la quinta provincia más forestada del país. Cabe destacar que el incremento de esta actividad proporciona un beneficio no sólo económico-productivo, sino también social. A fin de valorizar las existencias y desarrollar nuevos campos en la aplicación comercial e industrial de la madera en la Provincia de Neuquén, es imprescindible conocer la cantidad y calidad de la misma. Para obtener esta información, de vital importancia para la planificación a escala provincial y a nivel de cuencas del sector foresto-industrial de la Provincia, se realizó un inventario forestal en la región andina de la Provincia de Neuquén, dentro del marco del Inventario Nacional de Plantaciones Forestales, encabezado por el Ministerio de Agroindustria. El objetivo general es caracterizar cualitativamente y cuantitativamente la estructura arbórea con interés comercial de la Provincia, mientras que los objetivos específicos son sistematizar la experiencia del inventario a nivel provincial, presentar sus resultados a nivel cuencas, y analizar las necesidades de manejo de las plantaciones de la Provincia. Entre diciembre 2015 y mayo 2016 se instalaron 500 parcelas permanentes a lo largo del sector cordillerano del Neuquén. Se midieron características dasométricas y cualitativas como densidad, DAP, altura, presencia y ausencia de sintomatología de plagas y enfermedades, presencia o ausencia de podas, raleos, presencia de ganado, entre las principales. Se encontró que la actividad de raleo no ha sido realizada en el 71,8 % de los conglomerados visitados, así como un 40 % de los mismos carecen de poda. A la espera de los resultados oficiales, que serán presentados por el Ministerio de Agroindustria y CIEFAP, procesados por cuenca, es importante recalcar la necesidad de un monitoreo permanente de las plantaciones, la devolución de la información relevada a los productores y la expectativa que esta información generada sea utilizada en los Planes de Manejo y Políticas Públicas futuras.

**Palabras clave:** raleo, poda, manejo.

## Estimación de volumen individual de fuste de especies leñosas de los matorrales y bosques mixtos del NO de la Patagonia Argentina

Santiago A. Varela<sup>1\*</sup>, Juan Pablo Diez<sup>1</sup>, Verónica Rusch<sup>1</sup>, Federico Letourneau<sup>1</sup>, Javier E. Gyenge<sup>2</sup>, H. Testa, Horacio Ivancich, Lucas A. Garibaldi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Ecología Forestal, EEA Bariloche, INTA; <sup>2</sup> Oficina Tandil, EEA Balcarce, INTA – CONICET;

<sup>3</sup> IRNAD Sede Andina, Universidad Nacional de Río Negro - CONICET

\* Autor de correspondencia: varela.santiago@inta.gob.ar

### Resumen

Los matorrales y bosques mixtos bajos, sistemas de gran extensión e intensidad de uso en Patagonia norte, muestran una degradación creciente a pesar de su capacidad de generar productos con valor económico. Se encuentran co-dominados por especies como ñire (*Nothofagus antarctica*), laura (*Schinus patagonicus*), retamo (*Diostea juncea*), radial (*Lomatia hirsuta*) y maitén (*Maytenus boaria*). La falta de conocimiento de estos sistemas dificulta el uso óptimo de los recursos, como por ejemplo la leña. Son escasos los modelos que permitan estimar dichos volúmenes por especie para esta región de la Patagonia. El principal objetivo de este trabajo fue el de aportar ecuaciones para estimar el volumen de fuste (Vol) de estas especies a partir de mediciones sencillas como diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura (H). Se trabajó en 4 sitios y se aparearon un total de 180 árboles (45 lauras, 22 maitenes, 25 ñires, 41 radales y 47 retamos). Los árboles fueron cubicados con longitud de troza igual o menor a un metro considerándose como fuste aquella porción de tronco con diámetro mayor a 5 cm. Para cada especie se ajustaron modelos exponenciales (Vol-DAP) y lineales (Vol-DAP<sup>2</sup>\*H). Exceptuando para radial, en todos los casos el ajuste de los modelos lineales fue mayor respecto de los modelos exponenciales (R<sup>2</sup> de entre 0,81 a 0,97). También pudo observarse que para determinadas especies (ej. laura-retamo), la utilización de un modelo común representa la mejor opción. Las ecuaciones generadas aportan así al conocimiento sobre la producción de leña de matorrales y bosques mixtos de la zona, medida esencial previa a cualquier manejo. Adicionalmente es importante desarrollar modelos que permitan estimar tasas de producción en respuesta a los distintos manejos y usos realizados en la zona.

**Palabras clave:** leña, manejo, productividad.

### Introducción

En la actualidad, la falta de conocimiento sobre los matorrales y bosques mixtos bajos en Patagonia norte dificulta el uso óptimo de los recursos que estos ofrecen. En muchos casos estos matorrales provienen de bosques afectados por fuegos de coihue (*Nothofagus dombeyi*), ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) o ñire (*Nothofagus antarctica*). Se pueden mencionar cuatro elementos de relevancia para promover una gestión sostenible de estos bosques bajos: (1) la factibilidad de calcular las existencias de leña, uno de sus principales productos; (2) las tasas de crecimiento de estas especies que nos permiten ajustar las prácticas a las de un manejo sostenido; (3) el potencial de mejora de la productividad forestal que poseen y (4) las estructuras óptimas del bosque que nos permitirían promover el crecimiento de las diversas especies, cada una con requerimientos lumínicos diferentes. En relación al primer punto, son escasas las publicaciones de modelos que permitan estimar el volumen de fuste de las especies leñosas de los bosques bajos de la Patagonia Argentina, centrándose en las especies de mayor valor maderero y solo unos pocos trabajos para las especies del matorral (Gyenge et al. 2009). Particularmente este trabajo tuvo como fin principal aportar ecuaciones que, a partir de mediciones sencillas (diámetro a la altura del pecho y altura), permitan estimar el volumen de fuste de las principales especies que crecen en el matorral mixto, en el valle del río Foyel y ambientes cercanos, en el NO de la Patagonia Argentina. Adicionalmente se

compararon los distintos modelos generados por especie y entre especies en función de poder, en aquellos casos en que fuera posible, trabajarse con modelos comunes (exponenciales o lineales).

### Materiales y Métodos

A partir de una cartografía referente a las coberturas de vegetación y el reconocimiento y distribución de los suelos del área de la cuenca del río Foyel (Bran et al. 2007), tributario del río Manso (provincia de Río Negro, Argentina), que ocupa aproximadamente 100.000 ha con su centro geográfico en la localidad de El Foyel ( $41^{\circ} 39' 89''$  S;  $71^{\circ} 33' 28''$  O, 645 m s.n.m.; Figura 1) y mapas de isoyetas, se realizó una primera selección de sitios donde existiera un patrón homogéneo de precipitación, determinante de las tasas de productividad de este tipo de ambientes y en los cuales las masas boscosas no presenten las características del estado de referencia (ver introducción). Adicionalmente se descartaron sitios con suelos someros. De esta forma se trabajó sobre: **a) Bosques mixtos bajos con *L. hirsuta*, *M. boaria* y *N. antarctica*** en los que el estrato arbóreo muy raramente supera los 10 m de altura, de estructura y composición irregular, con presencia en el estrato superior de especies siempreverdes y caducifolias. Este estrato estuvo conformado por varias especies sin una clara dominancia, siendo las más comunes *L. hirsuta*, *D. juncea*, *N. antarctica*, *Aristolelia chilensis* (maqui), *Embothrium coccineum* (notro), y *M. boaria*. En algunos casos existieron ejemplares aislados de *A. chilensis*. En referencia al estrato arbustivo este estuvo compuesto por *S. patagonicus*, *Berberis buxifolia*, *Berberis darwinii* y *Maytenus chubutensis* y **b) Complejos con bosques y matorrales mixtos, y afloramientos rocosos**: Se trató de un complejo con sectores con un tipo de vegetación semejante al tipo anterior, pero por lo general más baja, asociado con áreas con vegetación más abierta y algunos afloramientos rocosos. Se trabajó en un total de 4 sitios (Tabla 1), 3 de ellos muestreados en el presente estudio y se utilizó información preexistente de un sitio aledaño (Gyenge et al. 2009). De esta manera pudo complementarse y aumentarse el número muestral para el posterior análisis con distintos modelos y el establecimiento de las ecuaciones para el cálculo de volumen de fuste.

**Tabla 1.** Ubicación de los sitios de muestreo y altitud de los mismos

Sitio	Lat.	Long.	Altitud (m.s.n.m.)
El Chucao	$41^{\circ}43'41''$ S	$71^{\circ}26'40''$ O	861
Soriani	$41^{\circ}41'30''$ S	$71^{\circ}30'20''$ O	758
Garibladi	$41^{\circ}38'46''$ S	$71^{\circ}29'56''$ O	848
Montero	$41^{\circ}39'89''$ S	$71^{\circ}33'28''$ O	645

Los árboles fueron cubicados con longitud de troza igual o menor a un metro. Cuando el fuste presentó marcadas variaciones morfológicas (horquillas, fendas, cambios de eje central, etc.), la longitud de las trozas fue definida por la longitud de las de formas más uniformes, las cuales siempre fueron menores a 100 cm. Se consideró como fuste aquella porción de tronco con diámetro mayor a 5 cm, y se midió el diámetro y largo de todos los fustes. El set de datos obtenidos para cada especie consistió en volumen de fuste, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total de cada individuo (H). Se ajustaron modelos exponenciales (en el caso de la relación Volumen -DAP) y a modelos lineales (en el caso de la relación Volumen-  $DAP^2 \cdot H$ ). Se utilizó el producto  $DAP^2 \cdot H$  dado que la estimación o extrapolación con modelos lineales de variables combinadas generan menor error de estimación que un modelo exponencial. Se considera que la medición de altura en estos matorrales

y bosques mixtos no reviste mayor dificultad debido a que son plantas de portes menores a los 10 metros en la gran mayoría de los casos. La exactitud de los parámetros estimados fue examinada a través de las relaciones entre los errores estándar de estimación y los valores de mejor ajuste (Zar 1999). Se utilizó el procedimiento de ajuste global (Motulsky & Christopoulos, 2004) en función de comparar los parámetros estimados de los modelos exponenciales. En relación a los modelos lineales se compararon las pendientes e interceptos de los modelos surgidos para cada especie.

### Resultados y Discusión

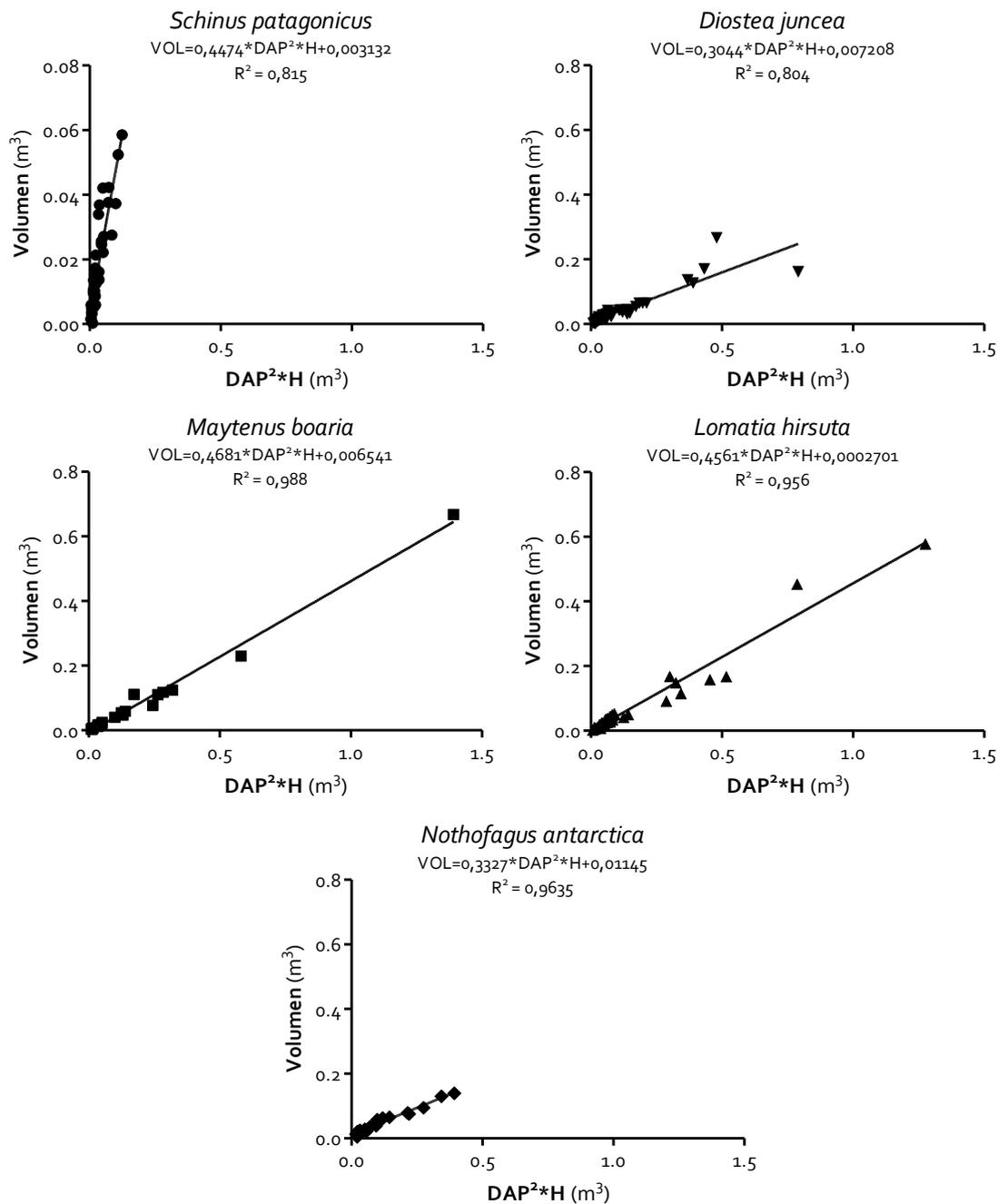
Se aparearon un total de 180 árboles (45 lauras, 22 maitenes, 25 ñires, 41 rodales y 47 retamos; 42 árboles para el sitio de "El Chucao", 42 árboles para el sitio "Garibaldi", 36 árboles para el sitio "Montero", 60 árboles para el sitio "Soriani"). Para todas las especies el mejor grado de ajuste entre los valores de volumen total de planta se dio con la relación  $DAP^2 \cdot H$  mediante modelos lineales (Fig. 1) lográndose en todos los casos una considerable bondad de ajuste ( $R^2 > 0,8$ ). De la comparación de a pares entre los modelos lineales para las distintas especies pudo verse que en el caso de algunas combinaciones podría pensarse en la utilización de un modelo conjunto (Tabla 2). Como ejemplo, para rodales con laura en combinación con retamo, radal o maitén (no así con ñire) podría utilizarse un modelo único al igual que la asociación de radal en combinación con maitén. Por razones prácticas de la utilización para cálculo del volumen individual de cada una de las especies, los modelos se presentan de forma separada con la salvedad antes mencionada. En el caso de ñire debería utilizarse contrariamente un modelo único. Particularmente sobre este último (modelo único), es importante destacar que pueden contribuir al cálculo del volumen en aquellos casos donde la información que se tiene es escasa (ej. modelo exponencial común en el cual solo se requiere contar con el DAP). Ahora bien, los mismos no deberían ser utilizados en aquellos casos donde se tiene más información, pudiendo lograrse así una mayor calidad en las estimaciones especie-específicas.

### Conclusiones

La cuantificación del volumen individual de las especies estudiadas puede calcularse a partir de las ecuaciones ajustadas en este trabajo. Para el bosque mixto de radal, maitén y laura, podremos usar un único modelo lineal resignando precisión para las dos primeras. Cuando solamente se cuente con datos diamétricos, se puede optar por la utilización de una única ecuación exponencial de volumen para todas las especies, que si bien brinda una correcta estimación del volumen existente, es una simplificación de la complejidad que puede darse al considerarse tantas especies. Es deseable que los distintos modelos de volumen aquí desarrollados, constituyen una herramienta a la cual deben sumarse estudios de dinámica de crecimiento para realizar un manejo que sea sustentable en los matorrales y bosques mixtos bajos.

### Referencias

- Bran D, Ayesa J, López C, Umaña F. 2007. Cobertura de vegetación del área El Foyel. Proyecto 618021. Módulo 1 (Área Recursos Naturales – INTA EEA Bariloche).
- Gyenge J, Fernández ME, Sarasola M, de Urquiza M, Schlichter T. 2009. Ecuaciones para la estimación de biomasa aérea y volumen de fuste de algunas especies leñosas nativas en el valle del río Foyel, NO de la Patagonia argentina. BOSQUE 30(2):95-101.
- Motulsky HJ, Christopoulos A. 2004. Fitting models to biological data using linear and non-linear regression. GraphPad Software Inc., San Diego.
- Zar JH. 1999. Biostatistical Analysis. 4th Ed. – Prentice Hall, New York.



**Figura 1.** Modelos de volumen de fuste en función del diámetro a la altura del pecho (DAP, m) y la altura total del individuo (H, m) para cada una de las especies estudiadas. Se muestra la ecuación de cada modelo así como la bondad de ajuste del mismo.

**Tabla 2.** Resumen de la similitud/diferencia entre los modelos lineales ajustados por especie (g.l.: grados de libertad y valores F y P de la comparación estadística) y ecuación de los modelos lineales comunes y modelo exponencial común (con solo DAP como variable independiente) y sus bondades de ajuste.

Especies	Similitud	Tipo de modelo	g.l.	F	P	Ecuación modelo común	R <sup>2</sup> modelo único
Laura-Maitén	Similares	Lineal	62	0,1411	0,7085		
Laura-Radal	Similares	Lineal	82	0,0091	0,9241	$VOL=0,4572+DAP^2*H+0,0001526$	0,9709
Maitén-Radal	Similares	Lineal	58	0,3206	0,5734		
Laura-Retamo	Similares	Lineal	88	24,040	0,1246	$VOL=0,3076+DAP^2*H+0,007266$	0,8184
Laura-Nire	Diferentes	Lineal	66	99,287	0,0024		
Radal-Retamo	Diferentes	Lineal	84	304,541	<0,0001		
Maitén-Retamo	Diferentes	Lineal	64	40,7169	<0,0001		
Maitén-Nire	Diferentes	Lineal	42	298,965	<0,0001		
Radal-Nire	Diferentes	Lineal	62	96,183	0,0028		
<b>Modelo común</b>		Exponencial				$VOL=0,009928*e^{0,1183-DAP}$	0,9256

## Intervenciones silvopastoriles en bosque de ñire: análisis de viabilidad productiva y de daño a renovales

von Müller AR <sup>1</sup>, Hansen NE <sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA Esquel, INTA

Autor de correspondencia: [vonmuller.axel@inta.gob.ar](mailto:vonmuller.axel@inta.gob.ar)

### Resumen

El bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) de la Provincia del Chubut es la región con mayor presencia de ganado bovino de la Patagonia. Lograr un manejo sustentable con sistemas silvopastoriles es uno de los mayores desafíos de la región considerando los aspectos de la Ley de Bosques. El objetivo del presente trabajo fue evaluar intervenciones silvícolas con fines silvopastoriles en bosque de ñire y posterior siembra de pasturas considerando productividad ganadera y nivel de daño en la regeneración natural. En 2013 se realizaron intervenciones de desmonte sobre una superficie de 5 ha en el Campo Experimental INTA Esquel, en 8 fajas de 9 m de ancho separadas por 20 m sin intervenir. Se removió una cobertura arbórea de un 30 % y posteriormente se realizó una siembra de pasturas consociadas de trébol rojo (*Trifolium pratense*), festuca alta (*Festuca arundinacea*) y pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) al voleo dejando como control la mitad de la faja sin siembra. En 2015 se evaluó disponibilidad forrajera para luego incorporar 6 novillos de 336 kg de peso medio en pastoreo, asegurándose ajustar la carga a la cantidad de pasto disponible y durante el tiempo que les alcance el forraje. Para evaluar el impacto sobre la regeneración se marcaron un total de 80 renovales menores a 1,5 m de alto dentro de la faja y sobre su borde tanto en el tratamiento con siembra como en el control. Los resultados indican que la disponibilidad forrajera en la intervención sembrada fue de  $3.352 \pm 1.239$  kg MS.ha<sup>-1</sup>, cuatro veces más productiva que los  $818 \text{ kg} \pm 143$  MS.ha<sup>-1</sup> de la intervención sin sembrar, y casi veinte veces más productiva que el bosque de ñire sin intervenir con  $172 \pm 52$  kg MS.ha<sup>-1</sup>. Según la disponibilidad forrajera, los novillos permanecieron 10 días en el área sembrada, y 3 días en el área intervenida sin sembrar, tiempo en el cual ganaron en promedio 1 kg de peso vivo durante el ensayo. Considerando el daño por tránsito y ramoneo, se encontró que en el tratamiento con siembra de pasturas, en el 20 % de los renovales se observaban evidencias, mientras que en el control sin siembra el nivel de daño alcanzaba al 60 %. El nivel de daño en el ápice de los renovales alcanzó el 2,5 % en el tratamiento siembra, mientras que en el control sin siembra alcanzó el 10 %. Las diferencias en ambos datos fueron diferentes estadísticamente según la prueba de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Las intervenciones silvícolas y posterior siembra de pasturas en bosque de ñire permiten mejorar la productividad ganadera pero es necesario ajustar adecuadamente la carga para evitar daños en la regeneración natural. Una consideración particular merece el daño sobre el ápice de renovales, ya que condiciona su crecimiento y supervivencia.

**Palabras clave:** producción ganadera, regeneración natural, Ley de Bosques.



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

INDICE

*V Jornadas Forestales Patagónicas - III Jornadas Forestales de Patagonia Sur*

**COMISIÓN 5. VALOR AGREGADO DE LA PRODUCCIÓN FORESTAL**

Normativa Argentina en madera para uso estructural: IRAM y CIRSOC. Especies incorporadas <i>Guillaumet AA</i> .....	357
Rituales cognitivos y conjuros forestales. Construcción colectiva del conocimiento y acciones cooperativas <i>Peyloubet P</i> .....	363
Antiguos y nuevos actores del sector primario vinculados con los PFM, reestructuraciones territoriales: estudio de casos en Neuquén y Chubut <i>Ceballos ME, Stecher G, Valtriani A</i> .....	368
El desarrollo de las viviendas de madera en Patagonia <i>Lomagno J, García J</i> .....	373
Uso y agregado de valor de madera de ñire en un esquema de uso integral de bosques bajo sistema silvopastoril en Santa Cruz <i>Mattenet FJ, Monelos L, Peri PL</i> .....	376
Ancho de anillo, densidad, contracción longitudinal y ángulo de grano de madera de primer raleo comercial de Pino ponderosa <i>Jovanovski A, Zapata Norambuena CA, Salvador GM, Costa A, Tiznado M</i> .....	382
La madera de raleo de pino ponderosa: puente para la co-construcción de procesos de desarrollo local <i>Martinez-Meier A, Peyloubet P, Grosfeld J, Peteam W, Pereyra M, Fernandez Herrero F, Hernandez V</i> .....	388
Densidad y contracción de la madera de álamos cultivados en valles irrigados de Río Negro <i>Medina AA, Trangoni F, Andía IR, Catalán M, Baucis A, García J, Razquin M, Mele U</i> .....	389
Revalorización de la madera de sauce mediante la construcción de una vivienda sustentable de alta prestación <i>Refort MM, Spavento EM, Muñoz CE, Keil GD</i> .....	390
La industria foresto industrial de álamo y pino en la Patagonia: caracterización tecnológica y productiva <i>Salvador GM, Zapata C, Jovanovski A</i> .....	394
Aceite esencial de Pino de la Patagonia: aromas de Esquel que respira el mundo <i>Sepiurka SD</i> .....	395
Influencia de las singularidades en los valores elasto-resistentes de la madera de <i>Populus x euramericana</i> I-214 <i>Spavento EM, Refort MM, Keil GD, Acuña Rello L</i> .....	396

# Valor Agregado de la Producción Forestal

# CONFERENCIAS INVITADAS

## Normativa Argentina en madera para uso estructural: IRAM y CIRSOC. Especies incorporadas

Alfredo Aníbal Guillaumet

GIDEC, Facultad Regional Venado Tuerto, Universidad Tecnológica Nacional  
E-mail: [aguillaumet@rec.utn.edu.ar](mailto:aguillaumet@rec.utn.edu.ar)

### Resumen

A pesar de la importante riqueza forestal de nuestro país, sólo una pequeña proporción de la construcción civil utiliza la madera como material estructural. La falta de una normativa para madera de uso estructural y estructuras de madera actualizada con los lineamientos internacionales, los pocos trabajos de investigación publicados en esa línea, la débil y dispersa enseñanza sobre esta temática en las universidades, la poca tradición en la construcción con madera y la desconexión entre los sectores relacionados con la cadena productiva son algunos de los factores que condujeron a que los profesionales de la construcción optaran mayoritariamente por el hormigón y el acero para la ejecución de sus estructuras. El comienzo de un nuevo ciclo con las normas IRAM 9670, 9660 y 9662 presentando un sistema de clasificación visual resistente y valores característicos por grados de calidad abre una expectativa al aumento de utilización de la madera en estructuras. La publicación del primer Reglamento Argentino de Estructuras de Madera marca una oportunidad excelente para impulsar este material y deja expuesta la necesidad de aumentar los trabajos de caracterización para uso estructural para numerosas combinaciones de especie – procedencia que aún no han sido estudiadas y forman parte de la riqueza forestal que poseemos. Se abre una oportunidad para los productores que a través de un buen trabajo silvícola o de selección de especies/clones/híbridos pueden mejorar sus niveles de producción y calidad de la madera, apuntando al mercado de la construcción que en la medida que se convenga de las bondades y prestaciones del material aumentará su utilización. La fabricación de piezas de madera laminada encolada se presenta como una oportunidad de agregado de valor al material y la producción de un material confiable y de alta prestación. Aumentar el consumo de la madera en la construcción depende del esfuerzo de todos los actores, desde productores hasta profesionales de la construcción, pasando por investigadores, empresarios y docentes.

**Palabras clave:** normas madera estructural, CIRSOC 601, madera en la construcción.

### Introducción

La utilización de la madera en la construcción data de muy antiguo en el mundo. Nuestro país, con poca tradición en construcción con madera, le asignó a este material un papel secundario dentro de la ejecución de obras. Durante mucho tiempo se utilizaron especies nativas de madera dura con importantes propiedades mecánicas. La protección del bosque nativo y los planes de forestación para especies de rápido crecimiento orienta el consumo de madera para la construcción hacia las mencionadas especies y coloca a los profesionales de la construcción ante la situación de utilizar un material cuyas propiedades estructurales no conocen con certeza.

La madera es un material cuyas propiedades varían con la especie, el lugar de cultivo y el tratamiento silvícola. Además debemos sumarle que es un material higroscópico y ortotrópico y que la presencia de alteraciones (defectos) genera modificaciones en su comportamiento estructural. Esta particularidad nos conduce a tener una amplia gama de interrogantes que debemos responder para que la utilización de este material en estructuras posea un margen de seguridad razonable. Surge así la necesidad de desarrollar trabajos de caracterización para cada especie y de verificación de las expresiones que vinculan las propiedades resistentes entre sí.

Podemos afirmar que existe un gran vacío en la caracterización de la madera para uso estructural de especies de rápido crecimiento (*Pinus* spp., *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus* spp., *Populus* spp., *Salix* spp.) cultivadas en Argentina. Los congresos y jornadas forestales que se desarrollaron en los

últimos años presentaron una gran variedad de trabajos de investigación sobre silvicultura, mejoramiento genético, industrialización, crecimiento y producción de las plantaciones, sistemas silvopastoriles, protección del bosque, impacto social y ambiental de la explotación forestal, etc.; pero muy pocos sobre la caracterización tecnológica para uso estructural de la madera de especies provenientes de bosques implantados. Además, gran parte de los estudios presentados corresponden a probetas pequeñas libres de defectos o a ensayos con insuficiente número de repeticiones para garantizar valores confiables estructuralmente. Durante el proceso de redacción de los suplementos del Reglamento Argentino de Estructuras de Madera, CIRSOC 601, se realizó una convocatoria a grupos de investigación en la temática para incorporar los resultados de sus trabajos en los suplementos y se obtuvieron muy pocos aportes.

Si bien al día de la fecha los estudios sobre la aptitud de la madera en la construcción de estructuras son escasos, se ha podido concretar en normativa IRAM la clasificación visual de tablas de *Araucaria angustifolia* de Misiones, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* de Misiones y Corrientes, *Eucalyptus grandis* de la Mesopotamia y *Populus deltoides* Australiano 129/60 y Stoneville 67 del Delta del Río Paraná (IRAM 9662/1/2/3/4), y su utilización en la fabricación de vigas laminadas encoladas (IRAM 9660/1). Sin embargo, no existen antecedentes comparables que hayan permitido la concreción en una normativa IRAM para tablas de otras combinaciones de especie / procedencia. Los ensayos de tablas que dieron origen a estas normas se realizaron bajo las prescripciones de la Normativa Europea. En cuanto a la madera aserrada se desarrolló la Norma IRAM 9670 de clasificación visual de vigas de madera aserrada de *P. taeda* y *P. elliottii*.

En cuanto a los reglamentos para la seguridad en la ejecución de estructuras civiles nuestro país cuenta, desde hace varias décadas, con reglamentos para estructuras de hormigón y acero, pero recién en los últimos años vio la luz el primer Reglamento de Estructuras de Madera, CIRSOC 601, organizado en un cuerpo normativo estructural, un suplemento con valores de diseño para las distintas combinaciones de especie- procedencia y un manual de ejemplos.

### **Normativa IRAM**

La normativa IRAM se desarrolla a través de la tarea del subcomité de madera estructural del Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Este subcomité se convoca cuando actores del sector lo solicitan a través de una presentación y reúne investigadores, profesionales, productores, empresarios y representantes de entidades del sector. Durante el trabajo se analiza la temática, se revisan antecedentes y si corresponde se avanza en la redacción de la norma que previo a su aprobación pasa por un proceso de discusión pública.

La primera norma que avanzó en un sistema de clasificación visual resistente fue la IRAM 9670 en el año 2002 y presenta las pautas de clasificación y valores característicos para piezas aserradas de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* del noroeste argentino. No incluye piezas con destino a la fabricación de madera laminada encolada.

La segunda etapa de trabajo se concluyó en el año 2006 con el advenimiento de las normas de clasificación visual resistente y valores característicos con destino a fabricación de vigas de madera laminada encolada. La norma IRAM 9660 presenta en su parte 1 las "clases de resistencia y requisitos de fabricación y de control" y en su parte 2 los "métodos de ensayo". Esta norma se complementa con la norma IRAM 9661 que presenta los "Requisitos de los empalmes por unión dentada". Este conjunto de normas permite a los fabricantes de vigas de madera laminada encolada ajustar el proceso de fabricación de su producto y garantizar la calidad del mismo. En ese mismo año se aprobaron las normas con el sistema de clasificación visual resistente y valores característicos para las tablas destinadas a la fabricación de las vigas laminadas encoladas o como elementos estructurales de madera aserrada, IRAM 9662, con su parte 1 destinada a la *Araucaria angustifolia* de Misiones, su parte 2 a *Eucalyptus grandis* de la Mesopotamia y su parte 3 a los *Pinus taeda* y *elliotti* de Misiones y Corrientes.

Los ensayos que dieron origen a las normas descriptas precedentemente se realizaron bajo las prescripciones de la norma UNE-EN 408 y los valores característicos se determinaron con las prescripciones de la norma UNE-EN 384. En el año 2011 se consideró necesario preparar normas argentinas que regularan los ensayos de piezas de madera de dimensiones estructurales con sus defectos. En ese plan de trabajo, en el año 2013 se aprobaron las normas IRAM 9663 “Determinación de las propiedades físicas y mecánicas” e IRAM 9664 “Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad”. Ambas normas siguen la línea de las normas europeas UNE-EN 408:2004 y UNE-EN 384:2004. En un futuro se planifica redactar la parte 2 de la norma IRAM 9663 para incluir algunos ensayos que no contempla la parte actual.

En la dinámica que debe tener un cuerpo normativo, en el año 2013, se inició la redacción de la norma IRAM 9662/4 para incorporar las tablas de *Populus deltoides*, clones Australiano 129/60 y Stoneville 67, del Delta del Río Paraná. En la oportunidad se revisaron y corrigieron las normas IRAM 9660 /1 /2 y las 9662 /1/ 2/ 3. En la Tabla 1 se presenta, a modo de ejemplo, las pautas de clasificación visual resistente para los *Pinus taeda* y *elliotti* presentada en la norma IRAM 9662/3.

**Tabla 1:** Pautas de clasificación visual resistente de *Pinus taeda* y *P. elliotti*

Defecto	Unidad	Clase 1	Clase 2	Determinación
Médula	–	No se admite	Se admite	5.1
Nudosidad	mm/mm	Menor o igual a 1/3	Menor o igual a 2/3	5.2
Dirección de las fibras	mm/mm	Desviación menor que 1:9	Desviación menor que 1:7	5.3
Anillos de crecimiento	mm	Menor que 10	Menor que 15	5.4
Fisuras	No pasantes	El largo de las fisuras no pasantes no debe ser mayor que 1,50 m ni que 1/2 del largo de la pieza.		5.5
	Pasantes	El largo de las fisuras pasantes no debe ser mayor que 1,0 m ni 1/4 del largo de la pieza. En los extremos, su largo no debe ser mayor que 2 veces el ancho de la tabla.		
Combado y encorvado	mm	Menor que 12		5.6.1
Revirado	mm/mm	Menor que 2 mm por cada 25 mm de ancho.		5.6.2
Abarquillado	-	Sin restricciones para el abarquillado.		5.6.3
Arista faltante	mm/mm	Transversalmente menor que 1/3 de la cara o canto donde aparece. Sin restricciones para el largo.		5.7
Ataques biológicos	–	No se admiten zonas atacadas por hongos causantes de pudrición. Se admiten zonas atacadas por hongos cromógenos. Se admiten orificios causados por insectos con diámetro inferior a 2 mm.		5.8
Madera de reacción	mm/mm	Menor o igual a 2/5	Menor o igual a 3/5	5.9
Otros	–	Daños mecánicos, depósitos de resina y otros defectos se limitan por analogía con alguna característica similar.		5.10

En todos los sistemas de clasificación visual propuestos se destacan como los principales parámetros a la hora de definir cada clase, el tamaño de la nudosidad, la presencia de médula y el ataque de insectos. En un orden menos significativo le siguen la dimensión de los anillos de crecimiento, la inclinación de las fibras, las fisuras y deformaciones previas al ensayo.

### Reglamento Argentino de Estructuras de Madera, CIRSOC 601

La ausencia de un reglamento de estructuras de madera en Argentina hasta el año 2013 deja en claro que no se le daba a este material un papel significativo en la industria de la construcción, quedando completamente relegado por el acero y el hormigón.

En el año 2009 comienzan las reuniones preliminares convocadas por el INTI-CIRSOC (Instituto Nacional de Tecnología Industrial y Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de

Seguridad en las Obras Civiles). En ese mismo año se conforma el equipo redactor con base en grupo GEMA de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, bajo la Coordinación del Dr. Ing. Juan Carlos Piter. Se conforma también la Comisión Permanente de Estructuras de Madera del INTI-CIRSOC con la participación de representantes de empresa y entidades del sector, investigadores y profesionales de la construcción. Se aprueba la orientación en base a las NDS 2005 (National Design Specification for Wood Construction 2005) y realizar en una primera etapa un reglamento en base a tensiones admisibles dejando para una segunda etapa el trabajo en estados límite. Esta decisión se adoptó para facilitar el acceso a la primera versión de un reglamento argentino de estructuras de madera. Se decidió también realizar los menores cambios posibles al reglamento original, NDS 2005. Se acordó organizarlo en tres partes: una parte normativa con las reglas de diseño, una parte de suplementos para proveer los valores de diseño de referencia y un manual de ejemplos resueltos para ayudar a los proyectistas a interpretar el manejo del reglamento.

En el año 2013 se publicó la primera versión del Reglamento CIRSOC 601, que actualmente está en trámite de aprobación en la Secretaría de Obras Públicas de la Nación.

En cuerpo normativo tiene 9 capítulos: 1-Requerimientos generales para el diseño estructural, 2-Valores de diseño, 3-Disposiciones y ecuaciones para el diseño, 4-Diseño de miembros estructurales de madera aserrada, 5 -Diseño de miembros estructurales de madera laminada encolada estructural, 6-Diseño de miembros estructurales de sección transversal circular, 7-Diseño de vigas prefabricadas, madera compuesta estructural y tableros estructurales, 8-Diseño de uniones mecánicas y 9-Diseño de sistemas estructurales.

En los tres primeros se presentan las normas generales y las expresiones para el cálculo estructural. En los capítulos 4 a 6 se presentan pautas específicas para el diseño estructural y cobran especial importancia los factores para ajustar los valores básicos de diseño suministrados en los suplementos a las condiciones de uso de la estructura. Estos factores contemplan la duración de la carga ( $C_D$ ), humedad ( $C_M$ ), temperatura ( $C_t$ ), estabilidad lateral ( $C_L$ ), tamaño ( $C_F$  o  $C_V$ ), distribución lateral de cargas ( $C_r$ ), estabilidad del miembro comprimido ( $C_P$ ) y factor de curvatura ( $C_c$ ). El capítulo 8 presenta las pautas de diseño de los distintos medios de unión y los factores de ajuste. Los capítulos 7 y 9 son los menos específicos por falta de antecedentes en el país. La Tabla 2 presenta los factores de ajuste para madera laminada encolada estructural del capítulo 5 del reglamento.

**Tabla 2:** Factores de ajuste aplicables para la madera laminada encolada estructural

Tensiones y módulo de elasticidad	Factores de ajuste aplicables									
$F'_b = F_b$	X	$C_D$	$C_M$	$C_t$	$C_L$	$C_V$	$C_c$	$C_r$	-	-
$F'_t = F_t$	X	$C_D$	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-
$F'_v = F_v$	X	$C_D$	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-
$F'_{c\perp} = F_{c\perp}$	X	$C_D$	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-
$F'_c = F_c$	X	$C_D$	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	$C_P$
$F'_{rt} = F_{rt}$	X	$C_D$	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-
$E' = E$	X	-	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-
$E'_{0,05} = E_{0,05}$	X	-	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-
$E'_{\min} = E_{\min}$	X	-	$C_M$	$C_t$	-	-	-	-	-	-

Los suplementos presentan los valores de diseño admisibles. En el suplemento 1 se incorporan los valores de referencia para madera aserrada, se incluyen las tablas aserradas incorporadas a la norma IRAM 9662 y de la IRAM 9670. Se debe tener en cuenta que la norma IRAM presenta valores característicos de rotura con ensayos de 5 minutos de duración y humedad del 12 %. A los efectos de

ajustar estos valores a las condiciones básicas de diseño del reglamento que contempla una duración de cargas normal de 10 años se ajustan los valores con coeficiente de duración de la carga de 1,6 y con un coeficiente de seguridad de entre 2 y 2,5. A estas combinaciones de especie - procedencia se agregaron vigas aserradas de *Araucaria angustifolia* y de *Eucalyptus grandis* porque se presentaron ante la comisión permanente trabajos de investigación confiables que fundamentaban un sistema de clasificación visual y valores característicos por clase. En el suplemento 2 se presentan los valores de diseño para vigas laminadas encoladas de la norma IRAM 9660/1, es decir que sólo se contemplan las 4 combinaciones especie – procedencia mencionadas, en este caso se ajustan también a la humedad de referencia. En el suplemento 3 se presentan los valores de diseño para miembros estructurales de sección circular y sólo contempla el *Eucalyptus grandis*. En el suplemento 4 se presentan los valores de diseño para arrancamiento de elementos y tensiones de aplastamiento, en este caso ante la falta de valores se utilizaron los que propone la NDS 2005 en función de la densidad anhidra. Investigaciones recientes para distintos tipos de maderas nacionales están presentando valores de aplastamiento sensiblemente más bajos. La Tabla 3 presenta los valores de diseño de referencia para las distintas especies y grados estructurales en vigas laminadas encoladas.

**Tabla 3:** valores de diseño de referencia para vigas laminadas encoladas

Especie	Grado de resistencia	$F_b$	$F_t$	$F_v$	$F_{c\perp}$	$F_c$	$F_{rt}$	$E$	$E_{0,05}$	$E_{min}$
Pino taeda y elliottii <sup>(1)</sup>	1	6,3	3,5	0,7	0,9	6,3	0,1	11200	7500	4700
	2	4,1	2,3	0,4	0,8	4,1	0,1	6700	4500	2800
Pino Paraná <sup>(2)</sup>	1	7,5	4,1	0,8	1,0	7,5	0,1	13400	9000	5700
	2	6,3	3,5	0,7	0,9	6,3	0,1	11600	7800	4900
Eucalipto grandis <sup>(3)</sup>	1	7,5	4,1	0,8	1,8	7,5	0,1	13400	9000	5700
	2	6,6	3,7	0,8	1,7	6,6	0,1	11600	7800	4900
Álamo <sup>(4)</sup>	1	6,3	3,5	0,7	0,9	6,3	0,1	9400	6300	4000
	2	5,6	3,2	0,6	0,9	5,6	0,1	8500	5700	3600

(1) *Pinus taeda* y *elliottii* cultivado en las provincias de Misiones y Corrientes, (2) *Araucaria angustifolia* cultivado en la provincia de Misiones, (3) *Eucalyptus grandis* cultivado en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones, (4) *Populus deltoides* ('Australiano 129/60' y 'Stoneville 67') cultivado en el delta del río Paraná.

En el manual se presentan ejemplos resueltos en madera aserrada (elementos solicitados en flexión, a esfuerzo normal y a flexotracción), en madera laminada encolada (elementos curvos solicitados a flexocompresión, a compresión y compresión excéntrica) y uniones mecánicas (unión clavada, unión con bulones, unión con tirafondos y unión de un arco triarticulado).

### Conclusiones

La normativa IRAM con sistemas de clasificación visual resistente y valores característicos se limita a sólo 4 combinaciones de especie /procedencia de la región mesopotámica y el Delta del Río Paraná. Resulta de suma importancia para productores del resto del país sumarse con el estudio de sus especies. Esta situación abre una oportunidad a los grupos de investigación en la temática y numerosos temas para el desarrollo de tesis de posgrado.

A los efectos de lograr una buena calidad de madera, que califique para uso estructural, se debe trabajar desde la plantación con una buena poda para disminuir la nudosidad. Resulta importante también el cuidado ante el ataque de insectos, el proceso de aserrado a los efectos de evitar la arista faltante y otros defectos y el secado para disminuir las deformaciones previas y la fisuración.

La fabricación de vigas laminadas encoladas permite un agregado de valor a la madera aserrada y brinda a los profesionales de la construcción elementos estructurales de escuadrías y largos importantes, la posibilidad de piezas curvas y calidad controlada. Esta situación es de suma importancia porque en la medida que se genere confianza en el material se fomentará su utilización.

En madera con muchos defectos (alta nudosidad y ataque de insectos en secciones) la fabricación de vigas laminadas encoladas permite mejorar la calidad eliminando los defectos y transformando en grado 1 gran parte de la madera de grado 2.

### Bibliografía

CIRSOC 601 (2013). Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad en Obras Civiles. Reglamento Argentino de Estructuras de Madera. Buenos Aires.

IRAM 9660-1 (2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera laminada encolada estructural. Parte 1: Clases de resistencia y requisitos de fabricación y de control. Buenos Aires.

IRAM 9662-1 (2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por Resistencia. Parte 1: Tablas de pino Paraná (*Araucaria angustifolia*). Buenos Aires.

IRAM 9662-2 (2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2005). Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por Resistencia. Parte 2: Tablas de *Eucalyptus grandis*. Buenos Aires.

IRAM 9662-3 (2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por Resistencia. Parte 3: Tablas de Pino taeda - elliotti. Buenos Aires.

IRAM 9662-4 (2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por Resistencia. Parte 4 – Tablas de álamo 'Australiano 129/60' y 'Stoneville 67' (*Populus deltoides*). Buenos Aires.

IRAM 9663 (2013). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas. Buenos Aires.

IRAM 9664 (2013). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera estructural Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad. Buenos Aires.

IRAM 9670 (2002). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Madera estructural. Clasificación en grados de resistencia para la madera aserrada de pinos resinosos (Pino elliotti y Pino taeda) del noroeste argentino mediante una evaluación visual. Buenos Aires

NDS (2005). American Forest & Paper Association. American Wood Council. (2005) National Design Specification for Wood Construction. Washington DC. USA.

UNE-EN 384:2010. Agencia Española de Normalización y Certificación. (2010). Determinación de los valores característicos de las propiedades y la densidad. Madrid.

UNE- EN 408:2011. Agencia Española de Normalización y Certificación. (2011). Madera aserrada y madera une-laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas. Madrid.

## Rituales cognitivos y conjuros forestales. Construcción colectiva del conocimiento y acciones cooperativas

Paula Peyloubet

*Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS), CONICET –Universidad Nacional de Córdoba<sup>1</sup>*

E-mail: [paulapeyloubet@hotmail.com](mailto:paulapeyloubet@hotmail.com)

### Resumen

El presente trabajo intentará relatar una experiencia, en el marco de proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, que se viene realizando en la ciudad de San Carlos de Bariloche desde hace tres años. De esta experiencia participa un grupo de actores, locales y no locales, con el objetivo de desarrollar una tecnología constructiva en base a madera de pino ponderosa, a partir del reconocimiento de saberes diversos, tanto académicos como no académicos, para el uso sustentable de un recurso regional como es la madera, procurando generar un circuito productivo inter-actoral, que promueva una economía distributiva y asociativa que contemple a los sectores productivos más vulnerables y en incipiente formación y crecimiento, promoviendo una innovación tecnológica de proceso y gestión, apostando a la inclusión social.

**Palabras clave:** tecnología social, economía social, innovación social.

### Introducción a la Experiencia Investigativa

La experiencia que se presenta se enmarca en el campo de acción que el grupo de investigación viene desarrollando desde los últimos quince años: *desarrollo tecnológico de componentes para la construcción en madera (impulsando el uso sustentable del recurso regional) en el marco de circuitos productivos interactorales que promuevan la diversificación de la economía local apalancando los sectores más vulnerables de la comunidad.*

La línea de investigación se basa en dos aspectos fundamentales, inherentes al "Plan Argentina Innovadora 2020". Uno se refiere al abordaje de temas estratégicos del país, definidos en el Plan antes mencionado y que en este proyecto se posiciona específicamente sobre la temática del Desarrollo y Tecnología Social. El otro se refiere al aprovechamiento de los potenciales productivos territoriales en las diversas regiones del país que se asientan sobre recursos renovables y sustentables.

En este sentido, se considera que el estudio de especies maderables para su aplicación en la construcción, permitirá otorgar nuevos usos al pino ponderosa, generando valor agregado a esta producción, propiciando entramados productivos diversificados -especialmente en esta zona, donde la principal actividad económica refiere al turismo, con su consecuente déficit de empleo estable por el carácter cíclico de dicha actividad- promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales renovables en el marco de tecnologías que desarrollan actividades de interés regional con capacidad de generar empleo y trabajo no estacional; proponiendo procesos y productos más benignos para el medio ambiente y socialmente más solidarios.

---

<sup>1</sup> El trabajo que se presenta en estas V JFP es el resultado de la experiencia que se viene desarrollando en la ciudad de Bariloche en el marco de proyectos de investigación (PROCODAS-PID) financiados por el MINCyT de los que participan las siguientes instituciones de un modo asociado y colaborativo: INTA Estación Experimental Agropecuaria Bariloche, Instituto Municipal de Tierra y Vivienda para el Hábitat Social, Cooperativa de Trabajo LABURAR, Taller de Oficios Angelleli, Ex Programa País-SEDRONAR, CONICET Patagonia Norte, Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad CONICET- UNC; entre otros que son nombrados específicamente a lo largo del texto. Cabe destacar entonces que la autoría se comparte con los compañeros de las mencionadas instituciones.

En el marco de estas metas se inserta esta experiencia que pretende reconocer la potencialidad de un material poco valorado como insumo protagónico en la construcción, procurando traccionar la cadena de valor de este sector productivo relegado en la zona.

Para ello, la estrategia de implementación se basa en el desarrollo de metodologías para la innovación tecnológica, a partir de procesos asociativos y redes de investigación multidisciplinarias, que promuevan una directa articulación con los contextos socio-productivos más vulnerables y la efectiva participación ciudadana en la gestión pública.

La propuesta de este proyecto se inicia con el reconocimiento de un problema generado a partir de un ineficiente uso de un recurso natural renovable -madera de pino ponderosa- en una determinada zona de nuestro país -cordillera y precordillera patagónica-. A partir de este reconocimiento, el equipo de investigadores (CONICET-INTA) junto a los actores locales, pretenden trabajar en la diversificación del uso de dicho recurso, basándose en la producción de componentes para la construcción (viviendas y edificios públicos), situación que suma sinérgicamente la demanda del déficit habitacional y la necesidad de empleo sostenible y trabajo autónomo en la zona.

Se reconocen en esta investigación tres componentes sistémicos del problema mencionado. El primero, sistema productivo forestal, que refiere a los sistemas de producción en donde se observa un escaso grado de ejecución de prácticas silvícolas por la falta de salida comercial para los rollizos, provocando una inviabilidad económica en la producción, y a su vez, una pérdida del valor de las plantaciones. La implantación forestal no ha alcanzado el ritmo deseado para el crecimiento del sector. La dependencia exclusiva del sistema de promoción nacional dejó supeditado al mismo a los vaivenes económicos del Estado Nacional y sus políticas intermitentes. La inmovilización del capital, por los tiempos de corta, ha ocasionado que las inversiones privadas se realicen en otras actividades económicas. Los programas de promoción fueron ineficientes para generar mecanismos atractivos a los distintos actores involucrados de la cadena foresto-industrial. Por otro lado, la baja reputación de la madera del pino ponderosa, genera en la localidad y la región circuitos productivos cortos –leña principalmente- que no permiten el agregado de valor complementario en origen, por lo que su rentabilidad es baja y poco distribuida. El potencial de la foresto industria regional posee una importante base material y de recursos humanos que están siendo subutilizados, debido a problemas operativos y de adecuación tecnológica.

El segundo se refiere al sistema tecnológico. La falta de reconocimiento profundo y valorización de la materia prima que se produce en esta región a partir de la forestación de esta especie, hace que el proceso no genere plusvalías con el agregado de valor en origen (diseño-desarrollo-producción-certificación y normativa) y por tanto, una producción de gran superficie genera baja rentabilidad, con los consecuentes detrimentos en la dinámica redistributiva de la economía de la zona.

El tercero es el sistema socio productivo y se refiere a la economía monopolizada por la actividad turística de tipo estacional, que genera trabajo insuficiente y discontinuo en la región, restringido a períodos de temporada alta turística, dejando un vacío importante en el empleo anual, especialmente en épocas intermedias y bajas. La posibilidad de dinamizar el sector forestal en Bariloche permitirá una renta anual constante, una diversificación en el empleo y la generación de trabajo autónomo con baja inversión de capital inicial permitiendo la inclusión, en la cadena de valor del sector forestal, de los grupos económicos más vulnerables –micro-emprendimientos, cooperativas, talleres productivos, etc.- siendo parte de los beneficios de esta actividad económica territorial.

La innovación tecnológica de este proyecto se basa en la exploración de procesos de co-producción mixta de los que participan diversos actores en diferentes momentos de la experiencia (co-construcción inter-actoral); SECTOR POLITICO MUNICIPAL: Municipio (Instituto de Tierra y Vivienda, Subsecretaría de Economía Social y Desarrollo Local, Secretaría de Desarrollo Humano, Concejo Deliberante); SECTOR PRODUCTIVO: Comisión Forestal y Maderera de Bariloche, Cooperativa de Jóvenes Carpinteros y Taller de Oficios San José Obrero; SECTOR EDUCATIVO:

Escuela Nehuen Peuman, Centro de Formación Integral Don Bosco y Taller de Oficios Angelelli; SECTOR VECINAL Junta Vecinal del "Barrio 96 Viviendas", SECTOR POLITICO NACIONAL: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Ministerio de Agroindustria –ex Ministerio de Agricultura-Ganadería y Pesca a través de sus técnicos regionales, Parques Nacionales, SECTOR DE CyT: INTA Bariloche, UNRN a través de su Centro Interdisciplinario de Estudios Territorio, Economía y Sociedad, el equipo CIECS-CONICET-UNC y SECTOR POLITICO PROVINCIAL: Dirección Provincial de Bosques (RN), la Agencia CREAM de la Provincia de Río Negro. El desafío es generar un circuito productivo inter-actoral de gestión y producción local que responda al fortalecimiento del desarrollo local, entendido como desarrollo económico con inclusión social.

Concretamente se pretende desarrollar una tecnología social que produzca componentes de madera, para la construcción de edificios de calidad (vivienda - mejoramiento habitacional - edificios públicos) promoviendo el trabajo autónomo (asociativismo – cooperativismo - emprendimientos familiares) a partir del uso del recurso de la zona (en este caso el pino ponderosa) de una manera sustentable y solidaria.

Para ello se construirán, con la tecnología desarrollada, dos tipologías edilicias: un salón comunitario (espacio de mayor dimensión) y una vivienda (espacio de menor dimensión) que permitirán demostrar el uso polivalente de la tecnología. Así mismo se llevará a cabo la producción de los componentes madereros, para ambas tipologías, en grupos productivos con pequeña y mediana infraestructura para demostrar la posibilidad de apalancar estas economías más vulnerables con un capital de inversión inicial bajo. No se trata entonces de una tecnología de base capitalista, cuyo propietario es el único beneficiario de las utilidades sino que se trata, de manera efectiva, de un desarrollo tecnológico colectivo (co-construcción del conocimiento) donde las utilidades, beneficios y potencialidades se direccionan sobre un conjunto de productores público-privado en un estado de asociatividad consensuada.

El conocimiento promovido y materializado en una tecnología social por este colectivo productor no persigue patentes de beneficio y titularidad única sino apertura de titularidad (propiedad del conocimiento colectivo) siendo este el único modo posibilitante de una distribución de renta con justicia social a partir de una justicia cognitiva.

### **Conclusiones No Finales**

Los saberes-conocimientos y sus procesos de producción obedecen a diferentes tradiciones cognitivas. Se hará referencia al significado subyacente de este proceso de construcción colectiva de conocimiento a través de acciones cooperativas de desarrollo tecnológico. Se cree que la tecnología hegemónica actual posee un estilo cognitivo y por tanto se convierten en una tradición más de las muchas que existen. Por eso es posible recuperar otras formas de producir saberes-conocimientos-tecnológicos. A lo largo del tiempo, la humanidad ha dado a luz un sinnúmero de tradiciones tecnológicas que han ido sellando los siglos con caracterizaciones, debates y controversias en cuanto a su legitimación, siempre asociada al poder.

Lo que es claro es que algunas formas de conocer y algunos saberes han sido desplazados y otros han tenido la habilidad para penetrar en la sociedad dando cuenta, con ello, de una construcción política. El saber-conocimiento se erige verdadero a partir de mecanismos de legitimación ideológicos, que denota en esta producción humana, una existencia de poder por un lado y subordinación por otro en torno a las ideas y el pensamiento.

La nueva base cognitiva cooperativa que se está proponiendo para esta experiencia, presentada como una forma de conversación donde se co-construye el saber-conocimiento, como así también la experiencia tecnológica del relato de Bariloche, revelan criterios de legitimación según tradiciones cognitivas alternativas que desean no ser subalternizadas, generando una transición, puentes, entre el conocimiento experto hegemónico y el saber-conocimiento de sentido común emanado de tradiciones no hegemónicas.

Finalmente nos gustaría compartir las siguientes reflexiones: i) el saber-conocimiento de sentido común es productor de la resolución, a diario, de los múltiples problemas que los sujetos enfrentan en la vida cotidiana; ii) el proceso cognitivo que construye el sentido común, considerado un tipo de saber, es posible de ser legitimado con derecho en una versión propia de proceso cognitivo alternativo; iii) los procesos que engendran construcciones colectivas-democráticas, se dan a partir del reconocimiento y valorización de un saber plural; iv) los diversos estilos cognitivos, enmarcados en tradiciones científicas o no, deben ser considerados como potenciales de resolución de problemas; v) los saberes ausentes, omitidos, deben recuperarse como potenciales de emancipación colectiva; vi) la legitimidad de un cuerpo de saber no depende sólo de su contenido de verdad, sino de las fuerzas institucionales y las matrices disciplinarias que regulan la producción y autorización del saber. En algún sentido, esta presentación intenta poner a la luz una injusticia cognitiva que parte de una jerarquización de saberes, que siendo diferentes son promovidos como desiguales. No habrá justicia social sin justicia cognitiva, dice Santos (2009). Por ello se apuesta a la construcción colectiva del conocimiento y a las acciones cooperativas.

Soslayar la forma de producir conocimiento hegemónico, para dar lugar a otras formas de producir otros conocimientos, que sean portavoces de contextos socio-históricos y culturales diversos y muchas veces omitidos, provoca en el medio académico una alerta, ya que se juegan instancias de poder en torno a dicho saber. Si el saber no está sostenido solamente por las seguras versiones de castas intelectuales de claridad, objetividad y verdad; si se reconoce que el saber también se encuentra en las personas que producen historia y cultura cotidiana; el saber es entonces una producción colectiva y no sólo de expertos. Esto desplaza el poder de un sabio individual a un sabio colectivo (Feyerabend, 2010), principio epistémico que sigue esta presentación que estamos haciendo aquí.

La plataforma cognitiva que se ha intentado compartir hasta el momento, considera una múltiple confluencia de saberes que de manera cooperativa, sin reservas, ni cajas negras, procuran complementarse dando lugar a una co-construcción de saberes y conocimientos de propiedad colectiva que beneficia, en igualdad de condiciones, a la comunidad en general haciéndola, en todo caso, experta en su totalidad.

Se manifiesta ahora: ¡Rango de tecnología para el saber-conocimiento de sentido común!, retomando la provocación, el desafío del inicio, cuestionando la jerarquización de los conocimientos, para dar lugar a una nueva convención que recupere el saber-conocimiento (tecnología) de los expertos de la vida cotidiana. Llegamos así, a la pregunta final: ¿quién tiene la capacidad, el poder o la autoridad, en todo caso, para democratizar la tecnología? La tecnología no debe democratizarse, debe nacer democrática, debe ser instrumento de igualdad cognitiva.

### **Bibliografía**

Feyerabend, Paul. (2010) Tratado contra el método. México DF. Siglo XXI. (Orig. 1975).

Santos, Boaventura de Sousa. (2009) Una epistemología del sur: la reivindicación del conocimiento y la emancipación social. México DF. Siglo XXI.

# **TRABAJOS VOLUNTARIOS SELECCIONADOS**

## Antiguos y nuevos actores del sector primario vinculados con los PFNM, reestructuraciones territoriales: estudio de casos en Neuquén y Chubut

María Eva Ceballos<sup>1</sup>, Gabriel Stecher<sup>2</sup>, Ana Valtriani<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Recursos Forestales, Ministerio de Producción y Turismo de Neuquén; <sup>2</sup> Cátedra de Extensión Rural, AUSMA, Universidad Nacional del Comahue; <sup>3</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB – CIEFAP

\*Autor de correspondencia: [avaltriani@correociefap.org.ar](mailto:avaltriani@correociefap.org.ar)

### Resumen

El sector primario es el primer eslabón y el cuello de botella de la cadena de valor de los productos forestales no madereros (PFNM). Teniendo en cuenta, sólo a los hongos y frutos silvestres comestibles en la región Andino Patagónica; a través de un proyecto PIA (Proyecto de Investigación Aplicada) se identifican antiguos y nuevos actores que intervienen en espacios de construcción de poder, heterogéneos, asimétricos, biodiversos desde diferentes dimensiones. El objetivo del trabajo es identificar los actores del sector primario a los fines de la reflexión sobre su rol y de las políticas públicas, en el marco de los cambios que acontecen en los escenarios de la Patagonia. Los recolectores se hallan atomizados, invisibilizados, dependientes de los otros sectores, con estrategias diversas desde lo étnico y el género, compiten con mano de obra extra-regional, cuentan con una oferta volátil y con escasos canales de comercialización; están condicionados a su vez, por diferentes factores del ambiente que los rodea y en contextos turbulentos. Los desafíos de la intervención por parte de las instituciones estatales con respecto a este sector son múltiples, entre ellos, el desarrollo tecnológico para cada cadena de PFNM, la adecuación de las regulaciones para la sustentabilidad, capacitaciones, búsqueda de financiamiento, fortalecimiento de las organizaciones del sector de la economía social, y de redes de mercados y ferias, entre otros.

**Palabras clave:** productos forestales no madereros, recolectores, asimetrías.

### Introducción

Los productos forestales no madereros (PFNM), hongos y frutos silvestres comestibles en la región Andino Patagónica históricamente han sido aprovechados por los pobladores, para fines de autoconsumo y de comercialización. Las cadenas de valor de los PFNM son espacios de construcción de poder, heterogéneos, asimétricos, biodiversos desde diferentes dimensiones. Al hablar de los PFNM es introducirse en una compleja trama de actores y de lógicas y cada PFNM desarrolla su cadena de valor, e involucra en forma diferencial a las instituciones de regulación e intervención (Cardone 2010).

El objetivo general del proyecto de investigación "Estrategias productivas de agricultores familiares en el bosque andino patagónico con productos forestales no madereros. Estudios de caso en la provincia de Neuquén y Chubut" fue identificar a los actores del sector primario y evaluar sus estrategias productivas vinculadas con los PFNM; establecer su impacto socio-económico y proponer mejoras en los procesos de intervención de las instituciones públicas en dos espacios territoriales comparados de cordillera de las provincias de Neuquén y Chubut.

Otros objetivos fueron investigar y generar conocimientos sobre procesos organizacionales, de intervención, productivos y comerciales en relación a los PFNM en diferentes comunidades. Generar y sistematizar información sobre los mismos y conocer la relación de reciprocidad entre estos productos y las economías de estas unidades domésticas, su impacto socioeconómico y el agregado de valor.

### Materiales y métodos

La metodología de investigación se basó en la Investigación Acción Participativa (IAP), con el uso de técnicas cuali-cuantitativas que permitieron al equipo técnico construir diferentes tipologías de

recolectores y de estrategias de intervención institucionales. El área de estudio fue en la provincia de Neuquén y del Chubut en 2 y en 4 comunidades respectivamente. La unidad de análisis fueron los recolectores, productores, intermediarios e instituciones. Las técnicas de recolección de datos fueron encuestas estructuradas (80 entre todos los actores) y entrevistas en profundidad a los pobladores recolectores (30), con el objetivo de saber cuál era su relación con la recolección y comercialización de los PFNM. En algunas de las comunidades la primera actividad fue realizar talleres participativos para conocer sobre su vinculación con la recolección y los principales productos recolectados. También se realizaron encuestas a técnicos vinculados al trabajo de terreno de diferentes instituciones (aprox. 20); entrevistas en profundidad a los intermediarios y funcionarios (aprox 20); articulado con historias de vida de los pobladores recolectores y observación participante de reuniones en las mesas de desarrollo, y de las organizaciones. Se sistematizó toda la información y se construyeron las tipologías.

La metodología IAP genera no sólo conocimiento para el sistema, sino también transformar ciertas situaciones de la realidad e ir construyendo este proceso con las comunidades involucradas, a través de su participación y reflexión, generando un proceso de educación popular.

El área de estudio fueron las comunidades de Aldea Escolar, Los Cipreses, Lago Rosario, El Hoyo, el Maitenal del PN los Alerces en Chubut, y las comunidades de los alrededores de San Martín de los Andes, Curruhuinca, Vera y Parque Nacional Lanín, de la provincia de Neuquén.

## Resultados

En el espacio socio-territorial de las provincias del Chubut y Neuquén, los PFNM que fueron seleccionados como los más relevantes desde la recolección y su cadena de valor por parte de las unidades domésticas de las propias comunidades, en el marco de los talleres participativos realizados son:

- Frutos: rosa mosqueta, maqui, calafate-michay, grosellas, sauco
- Hongos: de pino y morchella
- Plantas: helechos, caña y plantas aromáticas y medicinales

La recolección de los PFNM es una tarea que se lleva a cabo por temporadas y su realización depende de varios factores. Entre algunos de los mismos se halla la constitución de la familia y su ciclo vital, la presencia de jóvenes que buscan esta actividad para generar algún ingreso, la cultura de la unidad doméstica en relación a la recolección, la presencia de planes sociales, entre otros. El ocultamiento de la precariedad con la cual se realiza el trabajo manual de extracción de PFNM dificulta y obstaculiza el revelamiento de datos. Dentro de la gama de PFNM, hay productos de mayor valor como el caso de los hongos de ciprés, considerado un *speciality*, que muestran una estrategia y una lógica de mercado de exportación, y otros productos no logran posicionarse en los mercados locales, como el hongo de pino, que es considerado un *commodity*. En general el valor de la materia prima de los PFNM y por ende el pago del mismo a los recolectores es bajo en relación al valor final del producto. Este valor final depende de la cadena de valor al cual ingresa el producto, el mercado de destino, los intermediarios que intervienen, la gama de productos que se obtienen del mismo, entre otros factores. Los recolectores no son formadores de precio. Por ejemplo, En el 2014 en la localidad de Puerto Patriada, comenzó a pagarse 70 pesos el kilo fresco y terminó pagándose 150-180 pesos al final de la temporada; cuando el valor del producto final en mercados externos es de 300 a 400 euros. En el caso de la mosqueta, del sauco, en general los intermediarios aducen que no logran cubrir las demandas del mercado, y una hipótesis es que los precios pagados son bajos en relación al valor final del producto, contratando entonces mano de obra extraregional o nacional, proveniente de otros países.

De los datos obtenidos de las encuestas realizadas en ambas provincias se construyó en forma cualitativa esta gama de actores del sector primario de la cadena de los PFNM, su organización y sus lógicas, que con las especificidades territoriales se observan en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1: Actores sociales de la cadena de valor del sector primario de PFNM Chubut

Actores sociales	Niveles de organización en la recolección	Niveles de organización en el procesam.	Niveles de organización en la comercializac.	Lógica y racionalidad
Recolector temporario, estacional	Individual, familiar, multiocupación, oferta volátil, dependiente de la demanda	No procesa entrega la materia prima	Individual, sector atomizado periurbano	De subsistencia, estacional, maximiza ingresos, multiocupación
Recolector permanente, independiente (vinculado a lo cultural) y el asalariado	Individual, familiar, excepcionalmente comunitario multiocupación, gama de productos, compra materia prima, oferta volátil, demanda dependiente	Puede incorporar valor por la técnica del secado	Individual, sector atomizado	De subsistencia y de maximizar ingresos
Productor / recolector	Individual, familiar, comunitario, oferta volátil que cubre con la compra de materia prima	Individual, familiar, comunitario	Individual, familiar, comunitario	De subsistencia y maximiza ingresos
Productor vinculado con PFNM	Compra materia prima, oferta volátil	Individual, familiar, comunitario	Individual, familiar, comunitario	De subsistencia y maximiza ingresos

Tabla 2: Actores sociales de la cadena de valor del sector primario de PFNM Neuquén

Actores sociales	Niveles de organización en la recolección	Niveles de organización en el procesam.	Niveles de organización en la comercializac.	Lógica y racionalidad
Productor, recolector temporario, estacional de Comunidad Mapuche y pobladores criollos	Familiar multiocupación, oferta volátil, demanda dependiente	Entrega la materia prima y procesada, secado, pulpas, dulces y mermeladas	Individual, sector atomizado	Productor rural de subsistencia, estacional, diversifica ingresos, multiocupación
Recolector temporario urbano / periurbano	Individual, familiar, comunitario multiocupación, oferta volátil, demanda dependiente	Entrega materia prima o procesada	Individual, sector atomizado	Poblador urbano / periurbano, estacional, ocasional, multiocupación

El sector primario es un sector marginal, de multiocupación, invisibilizado y atomizado, con escasas experiencias de integración horizontal, muy dependiente del intermediario, ya que agrega escaso valor al producto.

Los recolectores en general son personas con diferente origen sociocultural, tanto urbanos, rurales y rur-urbanos (Valverde & Stecher 2006). En general la recolección de los PFNM es una actividad de género, son las mujeres las que realizan las tareas de recolección en muchos casos junto a los niños o jóvenes por la necesidad de generar un ingreso. A diferencia de otros países como Chile, país en el

cual existen redes de PFNM, el nivel de organización y construcción de redes es muy incipiente. En el caso del hongo morcella se registra un grado mayor de organización convirtiendo a recolectores locales en intermediarios primarios.

El sector de los recolectores temporarios es el sector más estacional, con niveles de organización en la recolección tanto individual como familiar, en general no agrega valor a la materia prima recolectada.

El sector de recolectores permanentes, es un sector también heterogéneo con otra historia en el proceso cultural de la recolección con estrategias más familiares, atomizado, que cosecha diversidad o gamas de PFNM en forma estacional, que le permiten tener ingresos durante todo el año, incorpora algún proceso de transformación de producto. Este sector tampoco está integrado en forma horizontal.

Las características de los productores-recolectores rur-urbanos en las localidades estudiadas de la cordillera del Chubut y Neuquén pertenecen a pequeñas localidades que étnicamente pertenecen al Pueblo Mapuche y criollos con diferentes lógicas y prácticas (Balazote 2005). Tienen una pequeña superficie de tierra, donde buscan diversificar la producción y los ingresos, la principal es la ganadería (ovejas, vacas, caballos, aves de corral) y además suman la artesanía, la elaboración y venta de dulces, verduras y fruta.

El campo institucional es amplio y bien diverso desde sus funciones y misiones a nivel socio-territorial y las estrategias también son diversas y atienden a diferentes actores. No cuentan en general con un registro de recolectores, como también hay deficiencias en la legislación de los PFNM.

Las funciones en general son investigar, legislar, fiscalizar, capacitar, asesorar entre otras actividades. Si bien se tiene experiencia de trabajo con algunos de los PFNM, los desafíos a futuro son múltiples, en especial en su capacidad de articulación de las cadenas productivas, y de apoyo a la organización del sector, para fortalecer redes de recolectores, la regulación de la extracción de estos productos para garantizar su sustentabilidad, los desarrollos tecnológicos con tecnologías apropiadas y apropiables para este sector de la economía social.

### **Conclusiones**

Los PFNM son recolectados, transformados y comercializados de diferentes formas de acuerdo a las especificidades de cada actor social territorial y de cada producto en particular.

Estas estrategias responden de acuerdo a las diferentes tipologías, ya determinadas para el presente estudio y por lo tanto la influencia de los PFNM en sus economías depende de dichas estrategias.

El sector primario es el primer eslabón y el cuello de botella de una cadena de valor de los PFNM que se halla atomizado, invisibilizada, dependiente, con estrategias diversas desde lo étnico y el género, con una oferta volátil y que compite con mano de obra extraregional, como en el caso del Chubut, condicionado por diferentes factores del ambiente que lo rodea y en contextos turbulentos.

Haber podido identificar los actores y sus tipologías, permite reflexionar con claridad sobre propuestas y estrategias diferenciales según el actor y su estrato. En sectores más capitalizados y organizados de la cadena se pueden proponer estrategias más simples de intervención y acompañamiento; en sectores más empobrecidos o marginales las estrategias son endógenas para cada territorio, y también más complejas y articuladas; atravesando no sólo aspectos tecnológicos y económicos, sino principalmente cuestiones socio-culturales y ambientales y el desafío es pensar en estos PFNM como generadores de empleo genuino.

Los desafíos de la intervención por parte de las instituciones estatales con respecto a este sector son múltiples, ya que no es un área priorizada por las mismas. Entre los aspectos principales se pueden mencionar los desarrollos tecnológicos para cada cadena; mejorar las regulaciones para la sustentabilidad de los PFNM, acompañar con capacitaciones en especial las vinculadas con el

manejo y la transformación de los PFM; estrategias de financiamiento simples a más complejos; procesos de fortalecimiento de las organizaciones pertenecientes al sector de la economía social, solidaria y popular y de las redes de mercados y ferias. La estrategia de comercialización es determinante en este sector., diversificando sus formas de presentación, integrándose a la cadena productiva dependiente de la demanda, sorteando en una integración horizontal al intermediario primario, y generando puestos de trabajo genuinos a partir de la recolección de los PFM silvestres y cultivados comestibles.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a todos los productores, recolectores, técnicos y funcionarios que colaboraron con este proyecto y a la fuente de financiación que nos permitió llevarlo a cabo

### **Bibliografía**

Balazote A. 2005. Artesanías Neuquinas, empresa del estado provincial: los límites de la comercialización de las artesanías. III Jornadas de Investigación en Antropología Social, Sección Antropología Social, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 3, 4 y 5 de Agosto de 2005.

Cardone M. 2010. Tramas productivas y turismo en el SO de Neuquino (Argentina). II Congreso Internacional de Desarrollo Local y Primeras Jornadas Nacionales en Ciencias Sociales y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de la Matanza. Buenos Aires.

Valverde S. & Stecher G. 2006. Proyectos de desarrollo, transformaciones productivas, organizacionales y reivindicaciones territoriales en la comunidad Mapuce.

## El desarrollo de las viviendas de madera en Patagonia

Jorge Lomagno<sup>1\*</sup>, Julio García<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesional independiente en tecnologías y uso de materiales leñosos; <sup>2</sup> Técnico Regional Patagonia Valles Irrigados, Subsecr. Desarrollo Foresto Industrial, Min. Agroindustria Nación.

\*Autor de correspondencia: lomagnojorge@gmail.com

### Resumen

La vivienda de madera, a pesar de ser ampliamente desarrollada y aceptada en numerosos países de alto nivel tecnológico, en Argentina ocupa aún una posición de desventaja comparativa con otros sistemas constructivos, siendo considerada por el propio Estado Nacional como un producto de baja confiabilidad. Parte de esta desconfianza se basa en la falta de información adecuada y de metodologías aceptadas a nivel nacional para el diseño y construcción de viviendas con las maderas y productos disponibles en el país. Para revertir esta situación es necesario que los organismos y sectores involucrados de cada región generen el marco de información y métodos que se requieren para su aceptación. En este sentido, industriales madereros y gobierno de la Provincia de Río Negro, junto a la hoy Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial de la Nación, comenzaron a mediados de 2015 acciones para posicionar la vivienda de madera de álamo como apta para su empleo en los diferentes planes de construcción utilizados en Argentina, gestionando un certificado de calidad de un primer proyecto y solicitando a la Secretaría de Vivienda de la Nación la revisión de las reglamentaciones vigentes para viviendas de interés social. Si bien estas acciones individuales pueden dar buenos resultados, hay requerimientos generales para las viviendas de madera cuya definición puede ser más eficiente si los organismos involucrados en cada región trabajan en forma coordinada. Una primera medida puede ser la realización de un análisis conjunto, que permita definir requerimientos a cumplimentar y planificar la forma más eficiente de satisfacerlos.

**Palabras clave:** construcciones, álamo, Río Negro.

### Situación Actual

En el desarrollo de actividades productivas en Patagonia, se han ensayado y probado numerosos productos tratando de encontrar aquellos capaces de ser competitivos y eficientes. Estas acciones han sido en la mayoría de los casos impulsadas desde los organismos específicos vinculados en forma directa a cada producto, y teniendo como principal objetivo el éxito del mismo. A diferencia de esto, en el caso del producto *Vivienda de Madera*, han sido siempre los productores de materias primas (sector forestal) quienes han tratado de impulsar el desarrollo del mismo, con el fin de encontrar un destino a la madera de sus producciones. Estas acciones así impulsadas no han tenido el éxito esperado, toda vez que hoy, el producto Vivienda de madera (VM), debe enfrentar obstáculos para su aplicación en planes del gobierno, que lo colocan en situación desventajosa frente a otros sistemas constructivos que sí están aceptados.

Una causa de esto puede ser la insuficiente experiencia que el sector productor de materias primas forestales ha tenido a la hora de definir acciones para el desarrollo de la VM. De esta manera a pesar de los números estudios realizados con maderas de Patagonia en los últimos 30 años, éstas no se hallan hoy indicadas como material de construcción en los códigos de edificación (CE) de numerosas localidades de la región (CE Comodoro Rivadavia, 1999; CE Bariloche, 1979; CE Neuquén, 2007). En contraste con esto, materiales aplicados por sistemas constructivos alternativos a la madera han cumplimentado los requisitos para su inclusión en reglamentos de orden nacional, posicionando competitivamente estos sistemas en el mercado nacional de viviendas.

Las viviendas unifamiliares construidas hoy en nuestro país pueden ser agrupadas según la fuente de financiación con que son construidas en:

- -Financiadas con recursos privados
- -Financiadas con fondos del gobierno nacional a través de organismos específicos.

En todos los casos la aprobación y aceptación de proyectos de vivienda debe cumplir requerimientos, indicados en normas y reglamentos. En el primer grupo son los municipios de cada localidad quienes establecen estos requerimientos, habitualmente en sus códigos de edificación. En este punto las viviendas de madera no se hallan adecuada ni actualizadamente incluidas en los códigos de edificación de numerosas localidades de Patagonia, generando esta situación incertidumbre sobre el producto VM.

En el segundo grupo, la secretaria de vivienda de la Nación es quien establece estos requisitos a cumplir. En el caso de viviendas de interés social construidas a través de organismos provinciales, para que un proyecto de construcción en madera sea aceptado es de aplicación un documento de la misma secretaria de vivienda de la nación (EMVIS, 2006). Este documento impone a cada proyecto de VM exigencia de contar con un certificado de calidad que otorga la misma institución, el cual requiere de un costoso y prolongado proceso. El principal argumento para estas exigencias ha sido la falta de metodologías y datos aprobados en el país para la construcción en madera.

En la actualidad las viviendas en Argentina deben cumplir con requerimientos en diferentes tópicos, entre los que se destacan diseño estructural, aislación térmica, resistencia al fuego, y resistencia acústica.

En el diseño estructural hay ya vigente un reglamento nacional de estructuras en madera (CIRSOC 601, 2013) que da las metodologías y criterios para el diseño de estructuras en madera. Este documento incluye como anexos las características tecnológicas requeridas en los reglamentos de diseño de cada madera que se proponga aplicar, las cuales deben ser obtenidas bajo normas y metodologías específicamente indicadas. Las maderas obtenidas en Patagonia aun no han sido presentadas para su inclusión en este documento.

En el diseño Térmico es de aplicación una normativa que establece la metodología de cálculo térmico de construcciones en general, incluyendo las de madera (IRAM 11605, 1996). En esta metodología se aplican valores de propiedades tecnológicas, los cuales para las maderas comerciales obtenidas en Argentina no se cuenta con datos actualizados.

En la resistencia al fuego de las construcciones está vigente una normativa que indica valores de resistencia a cumplir por los componentes de viviendas (IRAM 11949, 1999). Si bien no hay aun en el país metodologías aprobadas para el diseño de componentes por resistencia a fuego, hay metodologías aplicadas en otros países que pueden ser adaptadas y aplicadas en Argentina (AWC, 2014). Estos métodos requieren datos de comportamiento ante el fuego de los distintos materiales aplicados en la fabricación de cada componente de vivienda, los cuales deberán ser adoptados o determinados para aquellos materiales de producción local.

En el aspecto acústico, los requisitos que se exigen están indicadas en la norma IRAM 4044, 1985. El comportamiento acústico de un componente de vivienda se obtiene en forma experimental, pudiendo este dato ser aplicado a cualquier proyecto de vivienda construido con este componente. En el país no se hallaron datos de resistencia acústica de componentes construidos con maderas obtenidas aquí obtenidas.

### **Plan de inserción de la vivienda de madera: Provincia de Río Negro**

Desde la secretaria de Agricultura de la Nación y el gobierno de la provincia de Río Negro se iniciaron acciones confluyentes en desarrollar el sector de producción de viviendas con madera de álamo en Patagonia.

A partir de esta situación se comenzó a generar un plan de desarrollo e inserción para la VM de álamo. Con ello se pretende dar impulso a dos actividades productivas que se desarrollan en la región: la producción de madera y la fabricación de viviendas. Entre las iniciativas realizadas se destacan:

- -Gestión para la instalación de un centro de procesamiento secundario de madera de álamo en el valle medio de Río Negro, el cual está en la etapa de construcción de la infraestructura edilicia.
- -Organización de seminarios sobre las características y requisitos de la construcción de viviendas bajo criterios actuales, lo cual fue ya realizado en 6 localidades de Río Negro.
- -Implementación de una carrera técnica para formar personal de conducción en procesos de construcción con madera. En esta etapa ya se aprobó la creación de una tecnicatura superior en construcciones en madera, de gestión provincial, iniciando el primer curso en el ciclo 2017 en el valle medio de Río Negro.
- -Gestión conjunta del Gobierno provincial, la secretaria de Agricultura y el sector industrial de un certificado de aptitud técnica para un primer proyecto de vivienda en madera de álamo. Esta actividad se inició en 2015 y está en proceso de tramitación.
- -Gestión conjunta del Gobierno provincial, la secretaria de Agricultura y el sector industrial ante la Secretaria de vivienda de la nación para revisar y adecuar los documentos que actualmente regulan la construcción de viviendas con fondos del Gobierno Nacional, y que en la actualidad penalizan a las construcciones en madera con requisitos que no tienen justificación si se considera el nivel tecnológico con que se cuenta hoy en Argentina en la construcción con madera.

### Propuestas de Acciones

El desarrollo del producto VM requiere hoy de diferentes acciones: de orden nacional, regional, y acciones específicas, por ejemplo aquellas necesarias para impulsar viviendas fabricadas con una determinada especie o tipo de madera.

En aquellas medidas que se deben impulsar en instancias nacionales o regionales, la participación de un mayor número de actores dará lugar a una mayor probabilidad de éxito, por ejemplo:

- Proponer y Gestionar desde las provincias de Patagonia la actualización de la legislación vigente para viviendas de madera.
- Promover la realización de estudios necesarios obtener las propiedades tecnológicas requeridas en el diseño de viviendas de madera.
- Gestionar la incorporación de las propiedades tecnológicas de maderas de Patagonia en los reglamentos nacionales y en los códigos de las comunas de la región.
- Involucrar en cada Provincia a las cámaras y colegios profesionales de la construcción en los estudios, propuestas y gestiones que se realicen en relación a la vivienda de madera.

### Bibliografía Citada

- AWC, 2014. Component Additive method (CAM) for calculating and demonstrating assembly fire resistance. American Wood Council, Leesburg, VA.
- CE Comodoro Rivadavia, 1999. Código de edificación, Municipalidad de Comodoro Rivadavia.
- CE Bariloche, 1979. Código de edificación. Municipalidad de San Carlos de Bariloche.
- CE Neuquén, 2007. Código de edificación. Municipalidad de Neuquén.
- CIRSOC. 601. 2013 Reglamento Argentino de Estructuras de Madera. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. Buenos Aires.
- EMVIS, 2006. Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social. Subsecretaría de Vivienda de la Nación. Buenos Aires.
- IRAM 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Valores máximos de transmitancia térmica de cerramientos opacos. Instituto de Racionalización Argentino de los Materiales. Buenos Aires.
- IRAM 4044. 1985. Protección contra ruidos de edificios. Aislamiento acústico mínimo de tabiques y edificios. Instituto de Racionalización Argentino de los Materiales. Buenos Aires.
- IRAM 11949. Resistencia al fuego de los elementos de construcción: Criterios de clasificación. Instituto de Racionalización Argentino de los Materiales. Buenos Aires.

## Uso y agregado de valor de madera de ñire en un esquema de uso integral de bosques bajo sistema silvopastoril en Santa Cruz

Francisco J. Mattenet<sup>1,2\*</sup>, Lucas Monelos<sup>3</sup>, Pablo L. Peri<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup> Consejo Agrario Provincial, Provincia de Santa Cruz; <sup>2</sup> EEA Santa Cruz, INTA; <sup>3</sup> Universidad Nacional de la Patagonia Austral; <sup>4</sup> CONICET

\*Autor de correspondencia: [mattenet.francisco@inta.gov.ar](mailto:mattenet.francisco@inta.gov.ar)

### Resumen

El sistema de manejo silvopastoril en *Nothofagus antarctica* (ñire) implica la producción de madera, carne y lana en una misma unidad productiva. Los dos últimos productos ya tienen un mercado y se aprovechan, pudiendo ser mejorados con un manejo del bosque que propenda a favorecer el desarrollo de los pastizales naturales de los que la ganadería se beneficia a través de un esquema de raleos en estructuras de alta cobertura arbórea. Actualmente los bosques de ñire en Santa Cruz se utilizan para pastoreo, donde el uso principal de la madera en estos sistemas productivos es como leña o excepcionalmente como poste. Esto se debe entre otros factores, a que no se ha desarrollado en Patagonia Sur una industria maderera adaptada a estos bosques. Sin embargo, la belleza de la veta del ñire y sus propiedades físicas destacables darían la posibilidad de fabricar muebles y pisos de elevada categoría. En el marco del proyecto AgroValor que se desarrolla en la Ea. Morro Chico al sur de la Provincia de Santa Cruz, un área demostrativa de un sistema silvopastoril a escala predial, se pretende promover mediante el uso de madera corta la generación de muebles de alto valor agregado a partir de los raleos y en el marco de la Ley 26.331. El rodal intervenido contaba con un área basal inicial promedio de 31,9 m<sup>2</sup>/ha y un diámetro medio de 12,6 cm. Mediante el raleo se redujo el área basal en un 44,2 % obteniéndose un volumen de trozas aserrables de aproximadamente 25 m<sup>3</sup>/ha. Estas trozas se están utilizando para la confección de muebles con un alto valor agregado. Además, el proyecto incluye el uso de productos forestales no madereros como plantas nativas para la extracción de tintes naturales, infusiones y bebidas artesanales, los que serán promovidos para su incorporación en los mercados, brindando la posibilidad de generar nuevas fuentes de trabajo a partir del uso responsable de los bosques de ñire en la Provincia de Santa Cruz.

**Palabras clave:** muebles, productos forestales no madereros, raleo.

### Introducción

La importancia de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) como sistemas silvopastoriles principalmente radica en la capacidad productiva ganadera (ovina y bovina) y la posibilidad de obtención de productos madereros provenientes de las intervenciones silvícolas. Aproximadamente el 90% de los bosques nativos de ñire en Santa Cruz tienen un uso silvopastoril o están sujetos a pastoreo, lo cual determina su importancia en la cadena de carnes ovina y bovina (Peri et al. 2016). Sin embargo, a pesar del gran impacto a nivel provincial de estos sistemas, no existen en la actualidad planes de manejo adecuados para asegurar su sustentabilidad. Históricamente los bosques de Ñire han sido considerados improductivos desde el punto de vista maderero. Su uso está asociado a la producción de leña o con menor frecuencia a la extracción de postes y varas, siendo su destino mayoritario la provisión del propio establecimiento ganadero. La producción maderera de estos bosques fluctúan desde 64 a 186 m<sup>3</sup>/ha según la calidad de sitio para bosques raleados hasta una cobertura remanente de 40 % (Peri et al. 2005). Existen escasos antecedentes de la productividad de madera aserrable de los bosques de ñire. Esta madera a pesar de contar con propiedades físicas favorables para su aprovechamiento y una coloración llamativa, es escasamente conocida y no cuenta con un mercado para su comercialización. Estudios recientes advierten sobre la presencia de antioxidantes, en infusiones de ñire en cantidades superior a otras especies ensayadas y comparables a las de té verde y negro (Gastaldi et al. 2014). En relación a los aceites esenciales de la misma planta extraídos mediante hidrodestilación, González et al. (2016) describe su calidad organoléptica como interesante en cuanto a su potencial para la industria perfumística. El

presente trabajo se encuentra enmarcado en el Proyecto *Uso integral de un sistema silvopastoril en bosques nativos de Ñire: Aumento de la productividad ganadera y fabricación de muebles en un marco de sustentabilidad ambiental* aprobado por el Equipo Multidisciplinario de Evaluación de proyectos del PROGRAMA AGROVALOR para la creación de Unidades Productivas de Innovación Agropecuaria y Agregado de Valor (UPIAAV). Tiene como objetivo dar a conocer y promover: (1) El funcionamiento y beneficios de un sistema silvopastoril, (2) El potencial de aprovechamiento de la madera útil resultante del raleo, y (3) Productos forestales no madereros de los bosques de ñire. Adicionalmente el proyecto beneficiará a la Estancia (Ea.) Morro Chico mediante la elaboración por parte del equipo técnico interviniente de un plan de manejo sostenible de uso silvopastoril y a la carpintería Maderas del Estepario dotándola de maquinaria específica para el trabajo con madera corta. Bajo la premisa de un uso integral del sistema silvopastoril en bosques nativos de ñire se darán a conocer e impulsarán productos forestales no madereros como por ejemplo: Empleo de especies con potencial tintóreo, bebidas espirituosas de plantas nativas, infusiones con propiedades antioxidantes y otros que surgieran durante el transcurso del proyecto.

### Desarrollo

La Ea. Morro Chico ( $51^{\circ}54'59''S$ ,  $71^{\circ}23'50''$ ) en la cual se desarrolla el presente proyecto se encuentra ubicada a 170 km al suroeste de la ciudad de Río Gallegos provincia de Santa Cruz. Posee una superficie de 27.296 ha. Caracteriza el clima de la zona una temperatura mínima media anual de  $0,8^{\circ}C$  y una máxima media anual de  $10,5^{\circ}C$ . La amplitud anual de los valores medios mensuales de temperatura es de  $9,8^{\circ}C$ . La temperatura media anual es de  $6,2^{\circ}C$ . Las precipitaciones en la región alcanzan los 335 mm/año. Predominan los vientos del O y SO. El muestreo consistió en parcelas temporarias puntuales que complementaron la información obtenida del inventario provincial de ñire (Peri & Ormaechea 2013) en las que se midieron y estimaron variables del estrato arbóreo, del sotobosque y del entorno. De la estructura y características del estrato arbóreo se relevó: la fase de desarrollo, altura de los árboles dominantes (m), área basal ( $m^2/ha$ ) y cobertura del dosel superior (%). También se relevó la altura (m) y distribución (regular, irregular, regular por bosquetes) de la regeneración de individuos inferiores a 2 m de altura y menos de 1 cm de diámetro a la altura del pecho. Para la determinación de las Clases de Sitio se utilizó la clasificación propuesta por Ivancich et al. (2011) basado en las curvas de índice de sitios (IS50) según la altura de árboles de ñire dominante a la que arribará un rodal a una edad mayor a los 150 años. Además, la medición de la altura de los árboles dominantes en cada parcela se utilizó en la determinación de las categorías de Clase de Sitio propuestas por Peri (2009a,b) como variable en la estimación de la producción primaria neta anual potencial del pastizal para diferentes condiciones del ñirantal (Método Ñirantal Sur -San Jorge). El volumen total con corteza fue estimado utilizando las ecuaciones estándares propuestas por Lencinas et al. (2002). La abundancia de residuos leñosos (diámetro mayor a los 5 cm) en el suelo fue determinada en cuatro categorías: cobertura  $<10\%$ ,  $10-30\%$ ,  $30-50\%$  y  $>50\%$ . La rodalización para determinar la intensidad de raleo del bosque de ñire productivo bajo uso silvopastoril a intervenir en el potrero "Engorde" se efectuó superponiendo las capas de información (rodales) con sus principales características estructurales (área basal, cobertura de copas y la presencia de regeneración instalada) y la relación entre área basal y cobertura de copas. La intensidad y tipo de raleos se basó en los lineamientos propuestos en las pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) en Patagonia (Peri et al. 2009).

### Avances del proyecto

Se arribó a un plan de manejo sostenible de uso silvopastoril para el bosques nativo de ñire clasificados como categoría II Amarillo en Ea. Morro Chico, Santa Cruz, cumplimentando de esta manera con uno de los objetivos del presente proyecto. Cabe mencionar que el mencionado plan es uno de los requisitos de la Ley 26.331 de protección de los bosques nativos para el acceso a los distintos financiamientos previstos por esta para su implementación. La información generada en el

plan de manejo excede el volumen del presente trabajo de divulgación por lo que solo mencionaremos los aspectos descriptivos de mayor interés.

En función al grado de disturbio se obtuvieron 4 categorías de bosque: (1) "Bosques con Coberturas intermedias (30-70%) y Vigorosos", representan el 55% de los ñirantales analizados. (2) "Bosques muy Abiertos (< 30% de cobertura) con Predominancia de Pastizal", representan el 28 % de los ñirantales. En esta clase es dominante el estrato herbáceo, aunque originalmente fueron bosques de mayor cobertura, como lo atestiguan restos de tocones dispersos en el pastizal. (3) "Bosques degradados" representan el 17% de la superficie del ñirantal. Incluye aquellos en donde la regeneración presenta daños por ramoneo lo cual determina una altura menor a 20 cm, y los que con baja cobertura (20-50%) presentan *Hieracium praealtum* (especie exótica invasiva). Estos bosques necesitan de acciones como la protección de árboles individuales para garantizar su continuidad en el tiempo. (4) "Pérdida de bosque" designa a aquellas áreas que originalmente fueron bosques de ñire y que ya no lo son. Ocupan una escasa superficie (83 ha), y necesitan de restauración activa. Los bosques de protección sumaron un total de 785 ha de las cuales 465 ha correspondieron a protección por proximidad a cursos de agua y 320 ha a ecosistemas frágiles de alta riqueza florística con árboles dominantes de altura final menor a 4 m.

El área demostrativa se instalará en una porción de 180 ha con bosque de ñire dentro del potrero denominado "Engorde". De la observación de las principales variables de la estructura del bosque de ñire inventariado en el área sujeta a raleo se desprende lo siguiente: El tipo de estructura del bosque de ñire es principalmente de tipo regular y la abundancia de residuos leñosos en el suelo fue escasa (<10%). En cuanto al estado general de madurez, fue notoria la predominancia de estructura de bosques maduros, ocupando más del 70 % de la superficie. La totalidad del bosque relevado se desarrolla en un Clase de Sitio V (altura de los dominantes menor a 8 m). Por otro lado, más del 70% del bosque presenta altas coberturas de copa con valores mayores al 60%. El área basal osciló entre 4 y 40 m<sup>2</sup>/ha, siendo el rango medio (entre 16,1 y 28,0 m<sup>2</sup>/ha) el más abundante representando el 44% de la superficie inventariada. Respecto del volumen bruto con corteza, la mayoría del bosque posee valores inferiores a 65,1 m<sup>3</sup>/ha. La presencia del líquen *Usnea barbata* (barba de viejo) y el hemiparásito *Misodendrum punctulatum* (farolito chino) resultó ser muy abundante presentándose en más del 50% de los rodales relevados.

Atendiendo a los criterios ya mencionados para la rodalización se generaron tres tipos distintos (R1, R2 y R3) y propusieron distintas intensidades de raleo en función del área basal, la cobertura de copas y la presencia de regeneración instalada (Tabla 1).

**Tabla 1.** Superficies (y porcentajes que representa cada estrato del total) de los rodales generados a partir de las principales variables estructurales del bosque de ñire (88 ha), potrero "Engorde", Ea. Morro Chico, Santa Cruz.

Rodales	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Cobertura de Copas (%)	Cobertura de regeneración (%)	% del total	Superficie (ha)
R1	4,0-16,0	<60	Baja a Media (1-17%)	28	25
R2	16,1-28,0	40-70	Media a Alta (17-50%)	48	42
R3	28,1-40,0	>70	Media a Baja (17-33%)	24	21

El rodal R1 presenta las condiciones menos favorables estructuralmente para el manejo forestal se propuso dejar una cobertura de copa remanente de 50 % a 60% como máximo equivalente a un área basal entre 26,4 a 34,5 m<sup>2</sup>/ha. Para el rodal R2, se planteó una intensidad de raleo moderado dejando una cobertura de copas remanente entre 40 y 50%, lo cual representó dejar un área basal remanente entre 19,4 y 26 m<sup>2</sup>/ha. En el rodal 3 (R3), se realizarán raleos por lo bajo de intensidad alta dado que, a diferencia de los rodales anteriores, el sitio corresponde con condiciones estructurales más favorables. Se recomendó una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 30 y 35%, lo cual representa dejar un área basal remanente de 14,0 a 16,5 m<sup>2</sup>/ha.

Se realizó un raleo de 5ha correspondientes al rodal R<sub>3</sub>, el cual contaba con un área basal inicial promedio de 31,9 m<sup>2</sup>/ha y un diámetro medio de 12,6 cm. Mediante el raleo se redujo el área basal a 14,6 m<sup>2</sup>/ha en concordancia con los objetivos propuestos por el plan de manejo. Durante las operaciones de apeo de los árboles y acopio de trozas se detectó un importante volumen de madera afectada por pudriciones del tipo blanco y parda. Se obtuvo un volumen de trozas aserrables de aproximadamente 25 m<sup>3</sup>/ha. En el corto plazo las trozas serán trasladadas a la carpintería El estepario en la ciudad de Rio Gallegos, la cual es beneficiaria del proyecto Agrovalor. En esta se determinará la calidad de las trozas obtenidas y se evaluará el rendimiento durante el proceso de transformación hacia los productos finales.

A fin de lograr los objetivos planteados por el proyecto se realizarán al menos dos jornadas de extensión, una en la Ea. Morro Chico destinada a productores ganaderos interesados en la adopción de tecnologías relacionadas al manejo silvopastoril y otra en la localidad de Rio Gallegos destinada a público en general. Como parte de la estrategia utilizada para arribar a los objetivos planteados por el proyecto se diseñó un logotipo que permitirá unificar, dar a conocer y promocionar los distintos productos forestales del bosque de ñire (Figura 1). Respecto del componente maderero se publicarán catálogos de los distintos diseños adaptados al uso de madera corta haciendo especial énfasis en destacar la belleza de la madera de ñire. En relación a los productos forestales no madereros se publicó el libro "Tintes naturales de plantas nativas" el cual da cuenta de un importante número de especies de los bosques de ñire que poseen propiedades tintóreas. Dicha publicación se realizó en conjunto con el Programa de Recuperación y Estimulo del Patrimonio Artesanal Provincial (Secretaría de Estado de Cultura del Ministerio de Gobierno de Santa Cruz), y la Secretaria de Agricultura Familiar (Ministerio de Agroindustria de la Nación). Así mismo dentro del rubro de los productos forestales no madereros el proyecto diseñará *packaging* para una bebida espirituosa elaborada a base de especies nativas del bosque de ñire y una infusión de Ñire. A modo experimental se fabricará una pequeña cantidad que será puesta a consideración del público en general durante las actividades de extensión previstas por el proyecto a fin de evaluar su aceptación.



**Figura 1.** Logo AgroValor del bosque de ñire que destaca el componente arbóreo, ganadero y de biodiversidad.

### Consideraciones finales

El presente trabajo, pretende contribuir al uso integral de los bosques de ñire bajo uso silvopastoril favoreciendo la generación de empleo, y la producción de bienes y servicios asentados en los recursos naturales propios de la región. El uso maderero de estos bosques es escaso y presenta algunos antecedentes como los mencionados por Martínez Pastur et al. (2008) en Tierra del Fuego para bosques de ñire creciendo en una calidad de sitio alta. En tal sentido el presente trabajo aporta nueva información para el uso maderero de bosques de ñire desarrollándose en sitios de baja calidad (Clase de Sitio V, altura de los dominantes menor a 8 m) mediante el uso de diseños de productos (muebles, pisos, molduras, etc) y herramientas de procesamiento adaptados a madera corta típica de estos bosques.

Finalmente cabe destacar que los antecedentes mencionados respecto de los aceites esenciales y las propiedades antioxidantes del ñire, sumado a los cambios en los actuales hábitos de consumo en el uso de tintes naturales por parte de la sociedad, constituirían un escenario favorable para los productos forestales no madereros incluidos en el proyecto.

### Bibliografía Citada

Gastaldi B, González S, Mattenet FJ, Monelos LH, Peri PL. 2014. Determinación de la actividad antioxidante en infusiones de *Nothofagus antarctica* (ñire) bajo uso silvopastoril. VIII Congreso internacional de sistemas agroforestales.

González SB, Gastaldi B, Mattenet FJ, Peri PL, Van Baren C, di Leo Lira P, Retta D, Bandoni AI. (2016) Aceites esenciales en partes aéreas de *Nothofagus antarctica* (G.Frost.) Oerst. de diferentes sitios de la Patagonia. Actas V Jornadas Nacionales de plantas aromáticas nativas y sus aceites esenciales, Esquel, Chubut.

Ivancich H, Martínez Pastur G, Peri PL. (2011) Modelos forzados y no forzados para el cálculo del índice de sitio en bosques de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur. Bosque 32(2): 135-145.

Lencinas MV, Martínez Pastur G, Cellini JM, Vukasovic R, Peri PL, Fernández MV. (2002) Incorporación de la altura dominante y clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antarctica*. (Forster f.) Oersted. Bosques 23: 5-17.

Martínez Pastur G, Cellini JM, Lencina MV, Peri PL. (2008) Potencialidad de la cosecha y rendimiento industrial de bosques de *Nothofagus antarctica* en tierra del fuego (Argentina) In: Proceedings IV Congreso Chileno de Ciencia Forestales, Talca, Chile, 10pp.

Peri PL, Sturzenbaum MV, Monelos LH, Livraghi E, Christiansen R, Moretto A, Mayo JP. (2005) Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, 10 pp.

Peri PL. (2009a) Método Ñirantal Sur -San Jorge: una herramienta para evaluar los pastizales naturales en bosques de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, Sección Producción Animal, pp. 33-37. Edición EEA Santa Cruz.

Peri PL. (2009b). Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 335-342, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009. ISBN: 978-987-521-350-0.

Peri PL, Hansen N, Rusch V, Tejera L, Monelos LH, Fertig M, Bahamonde H, Sarasola M. (2009). Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) ñire en Patagonia. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 151-164, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009. ISBN: 978-987-521-350-0.

Peri PL, Ormaechea S. (2013) Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires. ISBN 978-987-679-219-6

Peri PL, Bahamonde H, Lencinas MV, Gargaglione V, Soler R, Ormaechea S, Martínez Pastur G. (2016) A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. Agroforestry Systems, DOI 10.1007/s10457-016-9890-6.

# TRABAJOS VOLUNTARIOS

## Ancho de anillo, densidad, contracción longitudinal y ángulo de grano de madera de primer raleo comercial de Pino ponderosa

Alejandro Jovanovski<sup>1,2\*</sup>, Claudia Andrea Zapata Norambuena<sup>1</sup>, Gustavo Marcelo Salvador<sup>2</sup>,  
Andrés Costa<sup>3</sup>, Mario Tiznado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CIEFAP; <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia SJB; <sup>3</sup>CIEFAP- CONICET

\*Autor de correspondencia: [ajovanovski@ciefap.org.ar](mailto:ajovanovski@ciefap.org.ar)

### Resumen

La utilización comercial de la madera obtenida en los raleos de pino ponderosa es un desafío a sortear si se pretende asegurar que las intervenciones silviculturales se realicen en tiempo y forma. En este trabajo se estudiaron algunas propiedades físicas como indicadores de la calidad de la madera proveniente de 18 árboles obtenidos en un primer raleo tardío de una plantación de pino ponderosa de 20 años localizada en los bosques municipales de Esquel. Los resultados mostraron anchos de anillos de crecimiento que variaron entre 0,67 mm y 11 mm con una densidad básica de 0,35 g/cm<sup>3</sup>, e índices de contracción longitudinal y ángulos de grano en zonas cercanas a la médula que alcanzaron valores mayores a 3,5 % y 4° respectivamente, evidenciando que los árboles estudiados contuvieron en su totalidad madera juvenil. Esto confiere al material una elevada inestabilidad dimensional que se manifiesta en deformaciones de magnitud durante el secado o con cambios en el contenido de humedad de la madera en uso.

**Palabras clave:** madera juvenil, calidad de madera, estabilidad dimensional.

### Introducción

Una porción creciente de las plantaciones andino patagónicas de pino ponderosa (*Pinus ponderosa* (Dougl. Ex Laws)) requiere de la ejecución de raleos para asegurar madera de calidad al final del turno (Loguercio et al. 2011), existiendo una disponibilidad creciente de material proveniente de los mismos. La inexistencia de industrias de triturado en la región, como celulosa o tableros, induce a suponer que el uso principal de este material será en la industria del aserrío, por lo que es necesario estudiar sus características para encontrar alternativas de uso para el mismo.

El período de formación de leño juvenil en el pino ponderosa puede alcanzar los 20 primeros años de crecimiento (Voorhies & Gorman 1982, Jovanovski et al. 2002). Zobel & Sprague (1998), destacan que las propiedades tecnológicas de este tipo de madera son inferiores a las de la madera madura, y esto constituye una limitación para el empleo de piezas que contienen elevadas proporciones de madera juvenil respecto a madera madura.

En la mayoría de las coníferas, la densidad de la madera juvenil es menor que la de la madera madura (Larson et al. 2001). Zobel & van Buijtenen (1989) informan que la densidad de la madera de pino ponderosa presentó una amplia variación entre árboles y dentro de estos, sin embargo esta variación fue notablemente inferior en madera juvenil.

Otras propiedades que afectan la calidad de la madera juvenil son menor largo de fibras, menor cantidad de celulosa, mayor cantidad de lignina y elevada contracción longitudinal (CL). Larson et al. (2001) y Gorman & Kretschmann (2012) destacan que la CL se asoció al ángulo microfibrilar en la capa S<sub>2</sub> de la pared celular y al ángulo de grano (AG), y alcanza valores significativamente más altos en la madera juvenil que en la madera madura.

Johansson (2003) informa que la principal causa de torceduras de madera aserrada obtenida de rollos jóvenes fue la elevada CL. Cuando las piezas aserradas presentaron una porción de madera con elevada CL y otra con menor CL, la primera se contrajo más que la segunda observándose

severas deformaciones durante el secado, efecto que además condiciona la estabilidad de la madera en productos sólidos. Considerando específicamente la madera juvenil de pino ponderosa, se han reportado antecedentes que indican que la CL total alcanzó valores superiores a 5 % dando lugar a considerables deformaciones durante el secado (Voorhies & Groman 1982). Análogamente, antecedentes de Estados Unidos mostraron que las deformaciones en el secado de tirantes de pino ponderosa tuvieron una relación directa con la presencia de madera juvenil (Simpson y Green 2001).

Un efecto similar en términos de las consecuencias tecnológicas en el secado, maquinado y estabilidad dimensional de productos se asocia al ángulo de grano, que se define como la orientación de las fibras tomando como referencia el eje axial del árbol. Esta variable, conjuntamente con la CL, resulta muy importante de considerar para evaluar a la madera de raleo de pino ponderosa como materia prima industrial.

Como contribución a la búsqueda de alternativas tecnológicas y de usos del material que se obtiene de los raleos de pino ponderosa, se planteó el siguiente objetivo: Analizar el ancho de anillo, densidad básica, contracción longitudinal y el ángulo de grano de madera de raleo de pino ponderosa de un sitio de calidad media.

### **Materiales y Métodos**

#### *Madera para los ensayos*

El material se obtuvo de 18 árboles extraídos de un rodal puro de pino ponderosa de 20 años de edad, ubicado en cercanías a la localidad de Esquel, Chubut (42°53'48" S, 71°20'35" O) y 830 metros sobre el nivel del mar. La plantación contaba con una poda previa hasta los 2 m de altura y no había sido raleada previamente. Los individuos seleccionados para el estudio fueron representativos en diámetro de la masa extraída en el raleo de aproximadamente 1,5 ha, y alcanzaron un diámetro medio cuadrático de 20 cm. Antes del apeo, sobre el tronco de cada árbol se identificó el rumbo norte como referencia para la obtención posterior de probetas. Una vez volteados, del extremo grueso se cortó un disco libre de nudos o defectos de otra naturaleza a una altura de 0,30 m del suelo y de 2 cm de espesor. El material obtenido fue estacionado hasta que su contenido de humedad se estabilizó en un valor cercano al 12 %.

#### *Estimación de ancho de anillos (AA), densidad básica (DB) y contracción longitudinal (CL)*

Estas propiedades se determinaron sobre probetas confeccionadas a partir de un listón de 3 cm de ancho cortado en el sentido N-S del disco de 2 cm de espesor. La medición del AA se llevó a cabo con un medidor de anillos de precisión de 0,01 mm sobre ambos radios en el sentido corteza-médula de cada listón. De este mismo listón posteriormente se cortaron las probetas de DB y CL con una sierra caladora de banco con espesor de corte de 1 mm, la que se pasó sobre el inicio del leño temprano. Las probetas se cortaron a intervalos de 2 anillos comenzando desde la corteza hacia la médula.

La DB se estimó como la relación entre el peso anhidro y el volumen saturado de cada probeta, según la siguiente fórmula:

$$DB \text{ (gcm}^{-3}\text{)} = P_o / Vol_s$$

donde

$P_o$  = Peso de la probeta en estado anhidro en g

$Vol_s$  = Volumen de la probeta en estado saturado en  $cm^3$

Para la determinación del peso anhidro el material se mantuvo en estufa a una temperatura de  $103 \pm 2^\circ C$ , hasta peso constante. La precisión de la balanza utilizada fue de 0,001 g. La determinación del volumen se realizó mediante desplazamiento de agua cuando las probetas alcanzaron un contenido

de humedad superior al 150 %, para lo cual permanecieron 48 hs sumergidas en agua con la aplicación de un vacío de 80 bares.

Al momento de registrar el volumen saturado de cada probeta, se midió su largo en el sentido paralelo a la fibra con un comparador digital con precisión 0,001mm. Análogamente, esta medición se repitió con las probetas al 12 % de humedad y en estado anhidro, a partir de lo cual se pudo estimar la CL, según la siguiente fórmula:

$$CL (\%) = (D_v - D_s) / D_v * 100$$

donde

$D_v$  = largo de la probeta en estado saturado en mm

$D_s$  = largo de la probeta en estado anhidro en mm

#### *Estimación del ángulo de grano*

El ángulo de grano se determinó en tablillas de 40 mm de ancho por 60 mm de largo, de cara netamente tangencial cortadas de un listón extraído del disco 2 cm en el sentido norte sur. Se cortó una tablilla por anillo de crecimiento. Para la marcación del grano se utilizó un detector de ángulo mecánico. Se efectuaron tres marcaciones por probeta, que fueron teñidas, fotografiadas y exportadas al programa Autocad, mediante el cual se trazaron líneas sobre cada marcación y sobre la proyección de la médula. El valor del ángulo del grano de cada probeta se consideró como la media aritmética.

## **Resultados y Discusión**

### *Ancho de anillo y densidad básica*

Según se muestra en la Tabla 1, el AA promedio fue de 5,1 mm, y presentó una magnitud similar a la estimada en otros estudios efectuados en madera de pino ponderosa.

**Tabla 1.** Ancho de anillos (AA) y densidad básica (DB) determinadas a una altura de fuste de 0,30 m del suelo.

	AA (mm)	DB (g cm <sup>-3</sup> )
Promedio	5,10	0,35
N	604	294
Máximo	11,10	0,46
Mínimo	0,67	0,28
Coef Variación [%]	39,57	9,0

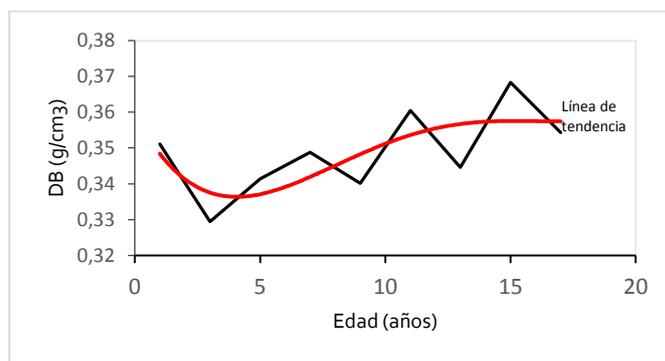
El amplio rango de valores observado en el AA fue consecuencia del crecimiento desigual de los árboles seleccionados. Esto es una característica de la materia prima que se obtiene en los ralos tardíos de ponderosa ya que las prácticas de manejo sugieren que se dejen para la corta final los mejores individuos distribuidos en forma uniforme sobre la superficie de la plantación.

Si bien el coeficiente de variación del AA fue similar al reportado por Jovanovski et al. (1998) y Jovanovski et al. (2002), el origen de la variación fue diferente: mientras que en la madera de raleo existieron AA desiguales por la condición social de los árboles, en los trabajos citados existieron AA heterogéneos como resultado de caídas del crecimiento anual por incrementos en la competencia de árboles dominantes.

Al comprar la DB estimada en este trabajo (0,35 g cm<sup>-3</sup>) con la de estudios similares efectuados en la Patagonia, la misma se ubicó en el límite inferior de los valores informados por Jovanovski et al. (2002) para Neuquén y Chubut, que fue de 0,375 g cm<sup>-3</sup>, y similar a la estimada por Gacitúa et al.

(2013) que alcanzó  $0,340 \text{ g cm}^{-3}$  en árboles de 35 años de edad de Aysén, Chile. Efectuada la misma comparación con la DB de pino ponderosa en los sitios de origen de Estados Unidos, la de este estudio resultó siempre menor: Barger & Folliott (1971),  $0,370 \text{ g cm}^{-3}$ ; Cochram et al. (1984),  $0,380 \text{ g cm}^{-3}$ ; y Forest Products Laboratory (2010),  $0,380 \text{ g cm}^{-3}$ .

El análisis de DB a diferentes edades muestra que la misma disminuyó de  $0,35 \text{ g cm}^{-3}$ , en zonas cercanas a la médula, a  $0,33 \text{ g cm}^{-3}$  en el año 3, presentando el mínimo de la serie analizada. A partir de este año se observó un incremento hasta el año 17, con aumentos y disminuciones interanuales, pero con una tendencia creciente (Figura 1).



**Figura 1.** Variación de la densidad básica (DB,  $\text{g cm}^{-3}$ ) en el radio a 0,3m del suelo.

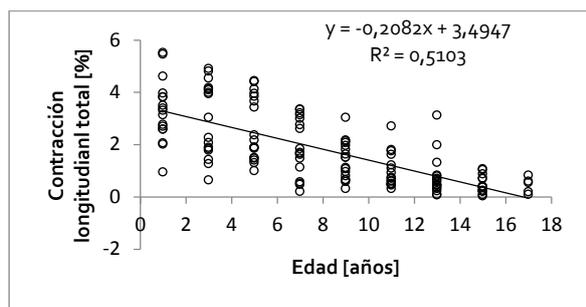
A través de la línea de tendencia se deduce la DB aún no ha comenzado a estabilizarse en el radio, por lo tanto el período de formación de madera madura no ha comenzado, considerando a esta propiedad tecnológica como indicadora de formación de madera madura (Larson et al. 2001).

#### *Contracción longitudinal y ángulo de grano*

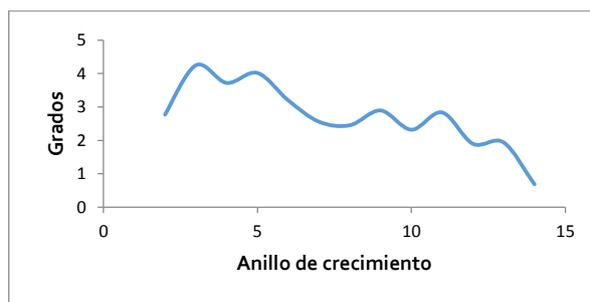
El análisis de las CL de madera de diferente edad permitió identificar que en zonas cercanas a la médula la CL fue elevada y disminuyó hacia la corteza, alcanzando un valor menor a 1 % en las últimas probetas (Figura 2). Resultados similares fueron reportados por Lomagno (2005) para árboles de pino ponderosa provenientes de las Provincias de Neuquén y Chubut.

El patrón de las CL en el radio tiene consecuencias directas en las deformaciones que se producirán en el secado de piezas aserradas: si las caras cortadas conservan la simetría respecto de la curva de contracción a ambos lados de la médula, las deformaciones por anisotropía serán moderadas, mientras que en la situación contraria se observarán deformaciones mayores. Justamente éste es uno de los mayores inconvenientes que presenta la madera aserrada obtenida de materia prima juvenil en general (Gorman 1985), y de raleos de ponderosa en particular.

En la figura 3 se presenta la variación del ángulo de grano con la edad. El máximo valor se obtuvo a los 2 años, cuando alcanzó un ángulo superior a  $4^\circ$ , posteriormente descendió casi en forma permanente. Patrones similares fueron reportados por Watt et al. (2013) para otras especies del género *pinus*, y por Medina (2008) para pino ponderosa.



**Figura 2.** Variación y línea de tendencia ajustada de la CL desde la médula a la corteza.



**Figura 3.** Angulo de grano promedio por anillo de crecimiento desde la médula a la corteza.

Considerando al AG y la CL como indicadores de formación de madera madura, como lo sugiere Larson et al. (2001), se infiere que en los árboles estudiados el período de formación de madera juvenil aún continuaba. Como antecedente comparable con estos resultados, Zingoni et al. (2007) concluyeron que para la misma edad el pino ponderosa plantado en Neuquén formó madera juvenil, tomando como indicador de madera madura el largo de fibra.

### Conclusiones

Se observaron anchos de anillos variables, densidades bajas que aún a la edad de plantación de 20 años no se estabilizan en el radio, altos índices de contracciones longitudinales con ángulos de grano elevados, fundamentalmente en los primeros años de crecimiento. Estas propiedades constituyen un factor limitante en los rendimientos que se obtengan en el secado de la madera por las deformaciones que originan. Específicamente, desde el punto de vista de la contracción longitudinal, las aplicaciones y usos que menos modifiquen el patrón de contracciones en el radio serán las más adecuadas considerando la estabilidad de los productos. Si bien la densidad básica determinada en este estudio presentó diferencias con la madera de pino ponderosa de Estados Unidos y con madera de mayor edad para sitios similares en Patagonia, las mismas no fueron de una magnitud importante.

### Bibliografía Citada

- Barger R; Ffolliott P. 1971. Effect of extractives on specific gravity of southwestern ponderosa pine. U.S. Forest Service. Research Note RM-205.
- Cochran PH; Jennings JW; Youngberg CT. 1984. Biomass estimators for thinned second-growth ponderosa pine trees. U.S. Forest Service. Research Note PNW-415.
- Forest Products Laboratory. 2010. Wood handbook—Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Forest Products Laboratory. Madison.
- Gacitúa W; Elgueta P; Hernandez G 2013. Informe Técnico N°192 Caracterización Tecnológica del Pino Ponderosa de Aysén. Capítulo III: Propiedades físico-mecánicas. Instituto Forestal de Chile.
- Gorman TM. 1985. Juvenile wood as a cause of seasonal arching in trusses. F.P.J 35(11/12):35-40.
- Gorman TM; Kretschmann DE. 2012. Characterization of Juvenile Wood in Lodgepole Pine in the Intermountain West. Proc. 55th Int. Convent. Society of Wood Science and Technology. Beijing.
- Johansson, M 2003. Prediction of bow and crook in timber studs based on variation in longitudinal shrinkage. W.Fib.Sc. 35(3): 445-455.
- Jovanovski A; Poblete H; Torres M. 1998. Caracterización preliminar tecnológica de *Pinus ponderosa* (Dougl) creciendo en Chile. Bosque 19(2): 71-76.
- Jovanovski A, Jaramillo M, Loguercio G. 2002. Densidad de la madera de *Pinus ponderosa* (Dougl. Ex Laws) en tres localidades de Argentina. Bosque 23(2): 99-104.

- Larson PR, Kretschmann DE, Clark III A, Isebrands JG. 2001. Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines. A Synopsis. Forest Products Laboratory. General Tech. Report N° 129.
- Loguercio G, Gonda HE, Jovanovski A. 2011. Necesidades de manejo de los bosques plantados en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. *Producción Forestal* 1(1): 13-17.
- Lomagno J. 2005. Contracción Longitudinal de la Madera de pino ponderosa. Variación entre rodales. III Congreso Forestal Argentino y Latino Americano. Corrientes. Argentina
- Medina PA. 2008. Análisis de la Contracción Longitudinal en madera de *Pinus ponderosa*. Tesis de grado de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería. UNPat.
- Simpson WT, Green DW. 2001. Effect of drying methods on warp and grade of 2 by 4's from small-diameter ponderosa pine. FPL–RP–601. Forest Products Laboratory. 17 p.
- Voorhies G, Gorman W. 1982. Longitudinal shrinkage and occurrence of various fibril angles in juvenile wood of young-growth ponderosa pine. *Arizona Forestry Note* 16.
- Watt M, Kimberley MO, Harrington JJ, Riddell MJ, Cown DJ, Moore JR. 2013. Differences in intra-tree variation in spiral grain angle for radiata pine. *New Zealand Journal of Forestry Science* 43:12.
- Zingoni MI, Andía IR, Mele UE. 2007. Longitud de traqueidas y madera juvenil en el fuste de un árbol de pino ponderosa de 50 años SO Neuquén. III Congreso Iberoamericano de Productos Forestales (Madereros y no madereros). 3 al 5 de Julio de 2007. Buenos Aires. Argentina.
- Zobel BJ, van Buijtenen JP. 1989. *Wood Variation. Its Causes and Control*. Springer Series in Wood Science. Springer – Verlag. Berlin.
- Zobel BJ, Sprague JR. 1998. *Juvenile Wood in Forest Trees*. Springer Series in Wood Science. Springer – Verlag. Berlin.

## La madera de raleo de pino ponderosa: puente para la co-construcción de procesos de desarrollo local

Martinez-Meier A <sup>1</sup>, Peyloubet P <sup>2</sup>, Grosfeld J <sup>3</sup>, Peteam W <sup>4</sup>, Pereyra M <sup>5</sup>, Fernandez Herrero F <sup>6</sup>, Hernandez V <sup>7</sup>

1 EEA Bariloche, INTA

2 CONICET

3 CIES, CONICET

4 Escuela de Oficios Angelelli

5 Cooperativa de Trabajo LABURAR

6 SEDRONAR

7 Instituto Municipal de Tierras y Viviendas para el Hábitat Social, Mun. de Bariloche

**Autor de correspondencia:** *martinezmeier.a@inta.gob.ar ; saldungaray@hotmail.com*

### Resumen

Motivados por la necesidad de generar un producto maderable de calidad de acuerdo con las posibilidades que brinda la madera de raleos de plantaciones de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), llevamos adelante este proceso de innovación, no sólo tecnológico, sino de gestión y de proceso. Partiendo de vigas de 2" x 5" x 3,30 m de largo, propusimos construir, luego de varios talleres de consenso y producción, una estructura reticulada de cabreadas, vínculos y correas, que permite armar/ensamblar un pórtico articulado, mejorando las prestaciones mecánicas de esta madera. Los pórticos pueden utilizarse repetidos en el espacio para la construcción de estructuras más complejas. El desarrollo productivo se transformará en un salón de usos múltiples para un barrio de Bariloche, apostando al desarrollo de la foresto-industria local, generando capacidades de construcción autogestivas y asociativas. La réplica de procesos productivos similares viabilizaría el uso de la madera local en Patagonia.

**Palabras clave:** Bariloche, proceso colectivo, complementos de saberes.

## Densidad y contracción de la madera de álamos cultivados en valles irrigados de Río Negro

Medina AA<sup>1</sup>, Trangoni F<sup>1</sup>, Andía IR<sup>1</sup>, Catalán M<sup>1</sup>, Baucis A<sup>1</sup>, García J<sup>1</sup>, Razquin M<sup>1</sup>, Mele U<sup>1</sup>

<sup>1</sup> AUSMA, Universidad Nacional del Comahue

Autor de correspondencia: [andrepampa@yahoo.com.ar](mailto:andrepampa@yahoo.com.ar)

### Resumen

La importancia socioeconómica de la Populicultura en los valles irrigados de Río Negro y Neuquén, la diversidad de usos de la madera de álamo y la demanda creciente en calidad de los mercados hacen imprescindible la generación de conocimiento para caracterizar las maderas de los principales clones cultivados en la región. En el marco del proyecto de investigación de la UNCo "Caracterización xilotecnológica de álamos cultivados en Valles Irrigados de Río Negro y Neuquén, Argentina", se determinaron contracciones (Norma ASTM D-143) y densidades (Norma IRAM 9544) de la madera de *Populus alba* 'Bolleana', *P. nigra* 'thaysiana' y *P. xcanadensis* 'Conti 12', utilizando cinco ejemplares (DAP > 34 cm) de cada clon, provenientes de cortinas rompevientos de la zona de Allen, Río Negro. Las contracciones máximas (%) tangenciales y radiales fueron menores en Bolleana (7,41/2,75) que en thaysiana (8,34/3,24) y en Conti 12 (8,48/3,67). El índice de anisotropía, que define la estabilidad dimensional de la madera, fue de 2,59; 2,57 y 2,31 respectivamente, indicando una tendencia de estas maderas al alabeo. La contracción volumétrica (%) (10,57; 12,15 y 12,50) y el índice de contracción (0,14; 0,12 y 0,12) las define como maderas de contracción media y poco nerviosas. La densidad básica y la densidad anhidra (gr/cm<sup>3</sup>) fueron mayores en Bolleana (0,37; 0,43) que en Conti 12 (0,35; 0,41) y thaysiana (0,32; 0,37), clasificándose todas ellas como maderas livianas. Se continúa trabajando en la determinación de características estéticas, anatómicas, propiedades mecánicas y durabilidad de la madera de estos árboles, y próximamente de nuevos ejemplares de los mismos clones provenientes de Neuquén.

**Palabras clave:** *Populus*, calidad, propiedades xilotecnológicas.

## Revalorización de la madera de sauce mediante la construcción de una vivienda sustentable de alta prestación

María M. Refort<sup>1\*</sup>, Eleana M. Spavento<sup>1</sup>, César E. Muñoz<sup>2</sup>, Gabriel D. Keil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD), Facultad Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata; <sup>2</sup> Depto. Ingeniería Civil, Fac. Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional

\*Autor de correspondencia: [mmrefort@gmail.com](mailto:mmrefort@gmail.com)

### Resumen

Las regiones del Delta del Río Paraná y localidades adyacentes al Río de la Plata cuentan con un recurso importante de *Salix* sp (sauce). En un contexto habitacional deficitario, el empleo de esta madera puede brindar una alternativa viable para mitigar dicha falencia. Los objetivos de este trabajo fueron: difundir un sistema constructivo (*Platform frame*) con madera, de alta prestación, construir una vivienda con madera de *Salix babylonica* x *Salix alba* "Ragonese 131/27 INTA" y caracterizar tecnológicamente dicho material. La difusión se planteó a través de un curso teórico-práctico. La construcción se realizó en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, de una superficie de 67 m<sup>2</sup> con dos áreas externas (con deck) y semicubiertas, un living comedor con cocina integrada, un dormitorio, un baño y un área destinada a un laboratorio de Energías Alternativas. El sistema constructivo se emplazó sobre fundaciones constituidas por cubos de hormigón, vigas reticuladas de *Eucalyptus grandis* y vigas de 2"x 6" de *Pino elliotii* impregnado. En la estructura de la construcción se empleó madera de sauce del híbrido "Ragonese 131/27 INTA", proveniente de plantaciones del INTA Delta. La madera fue preservada superficialmente con fungicida-insecticida y constituyó las estructuras de muros portantes (realizados en pie de obra) y de techo (cabriadas prefabricadas), rigidizadas con tableros fenólicos de 10 mm de *E. grandis*. Sobre las vigas de pino impregnadas, se colocó polietileno de 200µm como barrera de vapor, y luego tableros fenólicos de 18 mm de *E. grandis* como subpiso. El maderamen interno (tablas de 1"x 3" cepilladas) y externo (tablas de 1/2"x 3" en bruto) para recibir el revestimiento interior y exterior, respectivamente, fue de madera de *E. grandis*. La caracterización de la madera de sauce se llevó a cabo mediante ensayos físico-mecánicos estandarizados según normas IRAM: contenido de humedad, densidad, flexión estática, dureza Janka y compresión paralela. Se concluye que existe un interés creciente de la comunidad por este sistema constructivo y que el empleo de la madera de sauce resulta una alternativa de autoconstrucción viable y con características tecnológicas aceptables para tal fin.

**Palabras clave:** sauce, déficit habitacional, propiedades tecnológicas.

### Introducción

Las forestaciones con especies de álamos, *Populus* spp., y de sauces, *Salix* spp., constituyen una de las principales actividades productivas en el Humedal del Delta del Río Paraná como así también en las localidades adyacentes al Río de la Plata (Berisso, Ensenada y Magdalena). Estas últimas, cuentan con las condiciones propicias y por lo tanto, cuentan con un recurso importante de *Salix* spp, entre los que se destacan los híbridos *Salix babylonica* x *Salix alba* "Ragonese 131/25 y 131/27 INTA" (Cerrillo *et al.* 2015, Peri *et al.* 2016).

El sauce implantado aporta el mayor volumen de materia prima forestal a la región, el cual es consumido casi exclusivamente por las industrias del triturado (pulpa para papel de diarios y tableros de partículas) y cada vez más demandado por las industrias de aserrado, principalmente pequeñas y medianas, con destino a usos sólidos de bajo valor agregado (Cerrillo *et al.* 2015, Peri *et al.* 2016).

En este sentido y considerando un contexto habitacional deficitario, en el orden de 3,5 millones de viviendas a nivel nacional (Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación, 2016), el empleo de esta madera regional para fines constructivos podría brindar una alternativa viable para resolver dicha falencia.

Los objetivos de este trabajo fueron: **difundir** un sistema constructivo (*Platform frame*) con madera, de alta prestación, **construir** una vivienda con madera de *Salix babylonica* x *Salix alba* "Ragonesa 131/27 INTA" y **caracterizar** tecnológicamente dicho material.

### **Materiales y Métodos**

La **difusión** se planteó a través de un Curso teórico-práctico, gratuito y abierto a la comunidad, en simultáneo con el avance de la obra. El mismo fue organizado por el Depto. de Ingeniería Civil, UTN, Facultad Regional La Plata.

La **construcción** se realizó en el polideportivo de dicha Institución. Las fundaciones estuvieron constituidas por 16 cubos de hormigón de 0,60 m de altura (enterrados al 50%), de sección de 0,50m x 0,50m. La superficie total de la vivienda fue de 67m<sup>2</sup>: dos áreas externas con deck y semicubiertas, un living comedor con cocina integrada, un dormitorio, un baño y un área destinada a un laboratorio de Energías Alternativas.

Como material estructural se empleó madera del sauce híbrido "Ragonesa 131/27 INTA", proveniente de plantaciones de ensayo del INTA Delta, de 16 años de edad, establecidas a una distancia de plantación de 4m x 4m, con podas de formación al primer año y sistemáticas del fuste durante los 3 años posteriores (Fuente: Ing. Agr. E. Casaubón. INTA Delta). La madera cepillada, con escuadría de 2"x 4" fue preservada con fungicida-insecticida (DIRETH®) mediante la aplicación de doble mano de producto y se empleó para las estructuras de muros portantes (realizados en pie de obra) y de techo (cabriadas prefabricadas), rigidizadas con tableros fenólicos de 10mm de espesor. Sobre las bases de hormigón se colocaron longitudinalmente 4 vigas reticuladas de *Eucalyptus grandis* de 0,31m de altura y luego, transversal a las vigas reticuladas y cada 0,40m, se montaron vigas de *Pinus elliottii* impregnadas de 2"x 6" de escuadría, sobre las que se colocó polietileno de 200µm como barrera de vapor y sobre ello, tableros fenólicos de 18mm de *E. grandis* como subpiso. El maderamen interno y externo para recibir el revestimiento interior y exterior, fue de madera de *E. grandis* de 1"x3" cepillada y de 1/2"x3" en bruto, respectivamente (Keil *et al.* 2015).

Ambas etapas (difusión y construcción) fueron llevadas a cabo con la colaboración y participación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), a través del Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD), del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Concordia y del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) Entre Ríos.

La **caracterización** de la madera de sauce "Ragonesa 131/27 INTA" se llevó a cabo mediante la realización de ensayos físico-mecánicos estandarizados: contenido de humedad (IRAM 9532), densidad (IRAM 9544), flexión estática (IRAM 9542), dureza Janka (IRAM 9570) y compresión paralela (IRAM 9541). Los ensayos físicos se realizaron en el laboratorio del LIMAD y los ensayos mecánicos en el Departamento de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

### **Resultados y Discusión**

La **difusión** permitió la participación activa de 400 personas, demostrando un interés creciente por este sistema constructivo y por la incorporación de maderas regionales al mismo.

La **construcción** resultó versátil, con la participación de mano de obra con poca experiencia constructiva pero con el apoyo de profesionales idóneos y de herramientas apropiadas. La secuencia de 15 días de trabajo en obra se muestra en las Figuras 1-3.

Si bien no se especifica en este trabajo, la misma cuenta con sistemas de aislamiento térmica, acústica e hidrófuga, apropiadas para la zona de emplazamiento de la obra.



Figura 1. Detalle de base, cabriadas y muros con membrana gas permeable (g.p.).



Figura 2. Detalle de cabriadas y muros interiores.

Figura 3. Detalle de revestimiento exterior.

Los resultados de los ensayos de caracterización se muestran en la Tabla 1. Mediante la **caracterización** físico mecánica de la madera de sauce (Tabla 1) se determinó que la madera resultó liviana, muy blanda-blanda, con baja resistencia a compresión paralela y a flexión estática pero con alta elasticidad en flexión, características que pueden considerarse aceptables para este tipo de construcción (Rivero Moreno 2004).

### Conclusión

Se concluye que existe un interés creciente de la comunidad por este sistema constructivo y que el empleo de la madera de sauce resulta una alternativa constructiva viable y con características tecnológicas aceptables para tal fin, según la primera caracterización realizada.

Tabla 1: Resultados físico-mecánicos de *Salix babylonica* x *Salix alba* "Ragonese 131/27".

Ensayos	Repeticiones	Dimensiones (mm)	Media (CV%)
<b>Propiedades físicas</b>			
Contenido de humedad (%)	40	20 x 20 x 20	17 (6,7)
Densidad aparente normal (Kg/m <sup>3</sup> )	40	20 x 20 x 20	470 (6,9)
Densidad aparente anhidra (Kg/m <sup>3</sup> )	40	20 x 20 x 20	430 (6,5)
<b>Propiedades mecánicas</b>			
Dureza Janka Transversal (N/mm <sup>2</sup> )	40	50 x 50 x 150	37,1 (7,6)
Dureza Janka Tangencial (N/mm <sup>2</sup> )	40	50 x 50 x 150	24,9 (11,6)
Dureza Janka Radial (N/mm <sup>2</sup> )	40	50 x 50 x 150	25,7 (18,6)
Flexión estática			
MOR (N/mm <sup>2</sup> )	80	20 x 20 x 300	51,2 (17,9)
MOE (N/mm <sup>2</sup> )			4437,1 (24,3)
Compresión paralela a las fibras			
MOR (N/mm <sup>2</sup> )	40	50 x 50 x 150	27,1 (16,9)

\*Entre paréntesis se muestran los Coeficientes de Variación (CV).

## Bibliografía

- Cerrillo T, Caccia FD, Garau AM, Fernandez Tschieder E, Guarnaschelli AB. Ca 2015. Respuestas del crecimiento de un nuevo clon de sauce para madera de uso sólido a condiciones de anegamiento, control de malezas y densidad de plantación en el Delta del Paraná. PIA 12075. 3pp.
- IRAM 9532. 1963. Método de determinación de humedad. Instituto de Racionalización de Materiales. 14 pp.
- IRAM 9541. 1977. Método de ensayo de compresión paralela a las fibras. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9542. 1977. Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0.5 g/cm<sup>3</sup>. Instituto Argentino de Racionalización de materiales. 10 pp.
- IRAM 9544. 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9570. 1971. Método de ensayo de la dureza Janka. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- Keil G, Spavento E, Muñoz E, Alegre S, Taraborelli C, Refort MM, Acuña Rello L. 2015. Construcción en madera: acción conjunta entre organismos estatales de educación/extensión e investigación, una experiencia argentina. Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)6(2):112-121.
- Peri PL, Dube F, Varela A. 2016. Silvopastoral Systems in Southern South America. Ed. Springer. 269 p.
- Rivero Moreno J. 2004. Propiedades Físico-Mecánicas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Tectona grandis* Linn. F. Proveniente de Plantaciones Experimentales del Valle del Sacta, Cochabamba, Bolivia, 73 p.

## La industria foresto industrial de álamo y pino en la Patagonia: caracterización tecnológica y productiva

Salvador GM<sup>1,2</sup>, Zapata C<sup>3</sup>, Jovanovski A<sup>3,2</sup>

<sup>1</sup> EEA Esquel, INTA

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB

<sup>3</sup> CIEFAP

**Autor de correspondencia:** *salvador.gustavo@inta.gob.ar*

### Resumen

Las industrias de álamo del Alto Valle del Río Negro y pino de la Región Patagónica se enfrentan a contextos de mercado complicados. Por el lado del álamo, existe una fuerte dependencia de la industria frutícola, por el lado del pino, hay una elevada competencia con productos de calidad provenientes del norte del país. En este trabajo se trató de analizar y caracterizar la madera de álamo y pino, la industria instalada para su procesamiento, los principales destinos de la madera, haciendo énfasis en los productos elaborados, el mercado destino y los desafíos que enfrentan las empresas del sector foresto-industrial. Se realizaron entrevistas estructuradas a 26 empresas de 10 localidades de Neuquén, Río Negro y Chubut. La industria forestal del Alto Valle se encuentra fuertemente ligada y condicionada al sector frutícola. Se abastecen principalmente de álamo criollo e híbrido que provienen de las cortinas que protegen los cultivos. La calidad de la materia prima y su disponibilidad son factores limitantes del desarrollo del sector. La industria de aserrado posee una importante capacidad instalada, siendo la sierra sin fin con carro manual la tecnología de corte predominante, focalizando su producción en envases de madera para fruta, pallets y bins. La demanda de estos productos se concentra durante la temporada de cosecha, lo que requiere el esfuerzo del sector para lograr costos competitivos y optimizar el uso de la materia prima, para ello utiliza esquemas de producción en lotes y reprocesamiento con mano de obra intensiva. En el caso del pino ponderosa, mayormente la materia prima disponible proviene de raleos con rollos de diámetros finos y en menor medida de las primeras cortas finales. La tecnología de corte predominante es similar al caso anterior, con mayor grado de mecanización en sus sistemas de avance y líneas de remanufactura simples. Básicamente las empresas se orientan al mercado de la construcción, con ventas minoristas a pedido. Sólo se relevaron dos casos que producen stock y comercializan en forma mayorista. Se destacan dos claras estrategias en el sector: por un lado la integración vertical, y por otro la diferenciación y el desarrollo de productos, observándose desde astillas para compostaje hasta componentes de viviendas.

**Palabras clave:** agregado de valor, pino ponderosa, álamo.

## Aceite esencial de Pino de la Patagonia: aromas de Esquel que respira el mundo

Sepiurka SD<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hierbas Patagónicas SRL

**Autor de correspondencia:** [sergio.sepiurka@patagoniaesencial.com.ar](mailto:sergio.sepiurka@patagoniaesencial.com.ar)

### Resumen

El aceite esencial de *Pinus ponderosa* (pino ponderosa) se produce en Patagonia desde el año 2000 dentro de la Unidad de Destilación de Aceites Esenciales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Esquel. Esta Unidad presta servicios de destilación, análisis y validación de los aceites que allí se procesan a una veintena de productores de la región. Uno de ellos, la empresa Hierbas Patagónicas SRL, produce y exporta desde el año 2000 diversos aceites esenciales para uso en aromaterapia científica, perfumería y cosmética. La especie *P. ponderosa* es oriunda del hemisferio norte y su adaptación en Patagonia dio como resultado una composición química y olfativa bien diferenciada. Sin embargo, su reconocimiento como tal en el mercado internacional demandó más de una década de esfuerzos continuos de promoción y negociación comercial, al cabo de los cuales el aceite esencial de pino ponderosa ha comenzado a denominarse Pino de la Patagonia (Argentina). Algo parecido empieza a suceder también con el aceite esencial de *Pseudotsuga menziesii* o Douglas-fir, conocido como pino oregón. El presente trabajo describe a) las características de una cadena de valor que, a partir del aprovechamiento de los residuos de la poda, permite obtener un ingrediente aromático de gran originalidad, b) la evolución comercial que ha tenido internacionalmente el aceite esencial de pino ponderosa y del pino oregón de la Patagonia y las perspectivas que ambos aceites ofrecen a futuro para el agregado de valor a nivel local, nacional e internacional.

**Palabras clave:** aceites esenciales, aromaterapia, perfumería.

## Influencia de las singularidades en los valores elasto-resistentes de la madera de *Populus x euramericana* I-214

Eleana M. Spavento <sup>1</sup>, María M. Refort <sup>1</sup>, Gabriel D. Keil <sup>1</sup>, Luis Acuña Rello <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigaciones en Maderas, LIMAD, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata; <sup>2</sup> Grupo de Investigación en Estructuras y Tecnología de la Madera, Universidad de Valladolid

\*Autor de correspondencia: [eleanaspavento@yahoo.com.ar](mailto:eleanaspavento@yahoo.com.ar)

### Resumen

La caracterización de la madera en piezas de tamaño estructural “real” incorpora singularidades (defectos) propios de un material biológico, estableciendo un comportamiento diferencial frente a determinadas sollicitaciones. Para llevar a cabo dicha caracterización existen técnicas de ensayo no destructivas (NDT) y destructivas que permiten diferentes tipos de evaluaciones. En el primer caso, si bien existen varios métodos, el más tradicional y ampliamente utilizado es el de clasificación visual, el cuál aporta información general del material, que finalmente, a fin de lograr una caracterización fehaciente, deberá ser correlacionado con los valores característicos obtenidos a partir de una evaluación destructiva. El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de las singularidades en los valores elasto-resistentes obtenidos mediante ensayo de flexión estática en madera de *Populus x euramericana* I-214 proveniente del Valle Medio de Río Negro. Dada la imposibilidad de trabajar con madera de tamaño estructural, se trabajó con viguetas: piezas con dimensiones estructurales proporcionales a las establecidas en la norma EN 408:2011+A1:2012 y con presencia de singularidades. Se realizó la determinación y medición de las singularidades (EN 1310:1997), la clasificación visual (UNE 56544:2011) y luego la evaluación destructiva del material a través del ensayo de flexión estática (EN 408:2011+A1:2012). Se determinaron los valores característicos: módulo de elasticidad (MOE), módulo de rotura (MOR) y posteriormente, en probetas libre de defectos obtenidas a partir de las viguetas previamente ensayadas a flexión, la densidad. Los resultados indicaron que alrededor del 50 % del lote analizado es rechazado para fines estructurales siendo la presencia de nudos en cara y canto (conjuntamente) y la presencia de daños - galerías- realizados por *Megaplatypus mutatus* C., las causas más importantes de rechazo. Asimismo, los resultados demuestran que dichos daños repercuten de manera más significativa en los valores resistentes (MOR) que en los valores elásticos (MOE).

**Palabras clave:** álamo, clasificación visual, flexión estática.

### Introducción

La caracterización de la madera sólida hace referencia a la determinación de una serie de propiedades físico-mecánicas relacionadas con su comportamiento estructural. Este proceso puede ser llevado a cabo mediante la utilización de probetas de pequeñas dimensiones libre de defectos, como así también mediante la utilización de piezas de madera de tamaño estructural “real” y con singularidades/defectos propios de este material biológico. En el primer caso, los datos sirven fundamentalmente con fines de investigación, para determinar principalmente el potencial mecánico de la madera, sin embargo, es la caracterización del material en tamaño estructural la que brinda sus valores reales (Rodrigo et al. 2013).

En este aspecto, hasta mediados de los años 70 aproximadamente, la caracterización mecánica de la madera se realizaba básicamente mediante ensayos con probetas de pequeñas dimensiones libres de defectos. Los métodos de cálculo de estructuras de madera seguían el formato de las tensiones admisibles del material, las cuales se obtenían a partir de un percentil (normalmente el 5<sup>o</sup>) de la distribución normal de la resistencia, al que se aplicaban una serie de ajustes por duración de la carga, humedad, altura de la sección, calidad y coeficiente de seguridad global (Íñiguez-González et al. 2007). Las investigaciones sobre el comportamiento resultante, se centraron en las diferencias

producidas entre este tipo de material y el real (influencia del “efecto tamaño”). En base a ello, se observó que no era factible una predicción correcta de la resistencia de madera estructural a partir de un material tan diferente, como es la madera libre de defectos. Por lo que, desde mediados de los años 70 se comenzó con la determinación de las propiedades mecánicas de la madera sobre piezas de tamaño real incorporando las singularidades que le son propias, proceso que trajo aparejado, la introducción del concepto de calidad, derivando en la búsqueda de patrones que constituyesen una idea de “homogeneización de productos”. Sumado a ello, la heterogeneidad de las diferentes especies madereras y procedencias de una misma especie, dieron lugar a diversas controversias provocadas por el desconocimiento de sus características específicas. En consecuencia, fueron surgiendo diversas normativas regulatorias para lograr un material competitivo, y establecer lotes de madera más homogéneos (Hermoso 2001). Actualmente, esa tendencia se mantiene, e incluso se potencia, acompañada por el interés creciente en el uso de materiales constructivos renovables y versátiles como la madera. Todo ello, ha llevado a unificar los criterios internacionales en el uso de los diversos materiales utilizados en la construcción, entre ellos, la madera, aunque a nivel nacional, este proceso se encuentra en una etapa incipiente y sólo disponible para ciertas especies y/o procedencias en particular.

Para llevar a cabo este proceso clasificatorio-resistente, se cuenta con metodologías que permiten determinar las propiedades elasto-resistentes de la madera con mayor o menor precisión: técnicas de ensayo no destructivas (NDT) y destructivas. En el primer caso, el método más tradicional y ampliamente utilizado es el de clasificación visual, el cual aporta información general del material, que finalmente deberá ser correlacionado con los valores característicos obtenidos de una evaluación destructiva, que será la que indicará el valor “real” mecánico del lote maderero (Esteban-Herrero 2003).

De acuerdo con esto, el objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de las singularidades en los valores elasto-resistentes obtenidos mediante ensayo de flexión estática en madera de *Populus x euramericana* I-214 proveniente del Valle Medio de Río Negro.

### **Materiales y Métodos**

Se trabajó con madera de *Populus x euramericana* I-214 proveniente de una plantación comercial de 15 años (Pomona, Río Negro: 39°29'40,74"S; 65°35'28,01"O). El material fue recibido en el Laboratorio de Investigaciones en Maderas, LIMAD, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, FCAyF, Universidad de La Plata, UNLP, en forma de tablones de 50 mm x 150 mm x 3000 mm. Los mismos fueron identificados, estibados y secados hasta humedad de equilibrio higroscópico -HEH-, hecho constatado mediante xilohigrómetro digital (Hydromette HT 85, de la marca GANN). Dada la imposibilidad de trabajar con madera de tamaño estructural, se trabajó con viguetas: piezas con dimensiones estructurales proporcionales a las establecidas en la norma EN 408:2011+A1:2012 y con presencia de singularidades. Para ello, los tablones originales, fueron re-dimensionados y acondicionados, en un total de 92 viguetas de 40 x 60 x 1200 mm.

Posteriormente se procedió a la determinación y medición de las singularidades (EN 1310:1997), a la clasificación visual (UNE 56544:2011) y a la evaluación destructiva del material a través del ensayo de flexión estática (EN 408:2011+A1:2012), según las especificaciones que se detallan en la Figura 1.

El ensayo se realizó en una máquina Universal de Ensayo ALFRED J. AMSLER & Co, Schaffouse - Suisse 7928 (5000 Kg). Se comenzó con la determinación de los parámetros elásticos (carga elástica-deformación), para lo cual se situó el medidor de desplazamiento, Transformador Diferencial de Variación Lineal (LVDT), en el canto inferior de la pieza a ensayar tal como se representa en la Figura 1. Una vez obtenido dichos valores (30-40% de la carga máxima), se retiró el LVDT y se continuó el ensayo hasta la rotura de la pieza, registrando en cada caso el lugar o motivo de rotura de la misma. Finalizado el ensayo, de todas las piezas se extrajeron, de la zona cercana a la rotura, probetas libres de defectos de 40 mm x 60 mm x 100 mm para la determinación de la densidad.

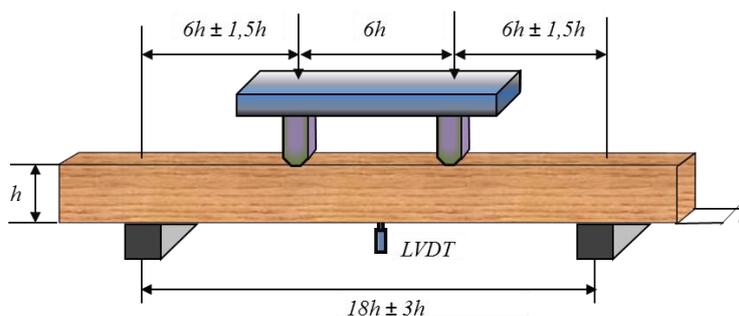


Figura 1. Esquema de ensayo de flexión estática (EN 408 2011+A1:2012).

Con los datos obtenidos se determinaron los valores característicos: media del módulo de elasticidad (MOE), 5° percentil del módulo de rotura (MOR) y densidad. Posteriormente se realizó el análisis estadístico descriptivo de las variables elasto-resistentes y de la densidad. La influencia de las singularidades (factores cuantitativos) en las variables mecánicas estudiadas, se realizó mediante la correlación Ordinal de Spearman; la influencia de los factores categóricos (presencia de galerías) en las variables elasto-resistentes se determinó mediante análisis comparativo (ANOVA) en rangos clasificatorios.

## Resultados

### *Inspección-medición de singularidades y clasificación visual*

La presencia de galerías de insectos (*Megaplatypus mutatus* C.), junto a la presencia de nudos de cara y de canto, fueron las singularidades que se destacaron durante el análisis. Los defectos de secado no fueron considerados ya que la longitud total de la pieza y forma de determinación no se correspondía con lo detallado-requerido en la norma.

### *Comportamiento clasificatorio según norma de clasificación visual y evaluación destructiva del material*

En base a las singularidades halladas, en la Tabla 1 se recoge la respuesta visual clasificatoria (con las correspondientes causas) del material en estudio. El comportamiento clasificatorio se representa en clase "ME-1 y ME-2 (Estructural)" y "Rechazo (No Estructural)".

Tabla 1. Respuesta clasificatoria y causa de rechazos según norma UNE 56544:2011.

RESPUESTA CLASIFICATORIA	UNE 56544:2011*				
	ME-1	ME-2	Rechazo	%Estructural	%No estructural
<i>Causa:</i>					
	43 (46,74)				
Nudos cara		7 (7,61)	13 (14,13)		
Nudos canto			5 (5,43)		
Nudos cara/canto		1 (1,09)	7 (7,61)	55	45
Entrecasco			1 (1,09)		
Galería de insecto	-	-	15 (16,30)		
Número de individuos (n) totales		92			

\*En cada columna se expresa: 'número de individuos' y (% de representación), en ese orden.

En la Tabla 2 se presenta el análisis descriptivo de las variables determinadas.

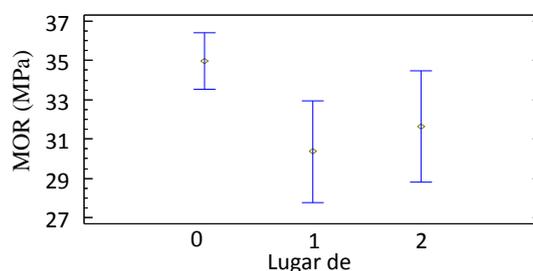
**Tabla 2.** Evaluación mediante metodología destructiva: análisis descriptivo.

Procedencia	n	Variable	Media - 5° Percentil (CV%)	Mín-Máx (IQR)*
Argentina	92	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	402,93-366,13** (6,74)	350,03-465,36 (37,88)
		MOE (MPa)	7191,85** - 5101,85 (17,16)	4042,8-9798,49 (1608,99)
		MOR (MPa)	33,50-20,91** (20,12)	18,29-46,03 (9,92)

\*IQR: recorrido intercuartílico; \*\*valores característicos: media para el MOE y 5° percentil para la densidad y el MOR (EN 384: 2010).

### *Influencia de las singularidades en los valores elasto-resistentes*

De acuerdo con la correlación Ordinal de Spearman, no existen correlaciones estadísticamente significativas para el MOE y MOR con las singularidades cuantitativas: nudos de cara y canto (P-valor >0,05). Para la evaluación de la influencia de las causas biológicas (galerías) en el comportamiento elasto-resistente se consideraron dos categorías 1: material rechazado por causas no biológicas (nudos de cara, nudos de canto y ambos); 2: material rechazado por causas biológicas, mediante el cual no se hallaron diferencias significativas (ANOVA) para ninguna de las dos variables (MOE y MOR). Con lo cual se incorporó la variable "Lugar de rotura" en el análisis: 0: rotura normal; 1: rotura por galerías; 2: roturas por nudos. El mismo fue realizado sólo para el MOR y se especifica en la Figura 2.



**Figura 2.** Gráfico de medias e IC 95% HSD de Tukey: MOR - "Lugar de rotura".

### Discusión

Alrededor del 50 % del lote analizado es rechazado para fines estructurales, siendo los nudos de cara y canto (considerados conjuntamente) y la presencia de galerías, las causas fundamentales de dicho comportamiento. Por su parte, del análisis de influencia de singularidades puede destacarse que los daños biológicos, repercuten de manera más significativa en los valores resistentes (MOR) que en los valores elásticos (MOE). En términos generales, si estos datos correspondieran a piezas de tamaño estructural y fueran clasificados acorde a la norma de Clase Resistentes EN 338:2010, podría comentarse además que el valor característico limitante para fines estructurales estaría representado por el MOE, situándolo en la clase resistente más baja: C:14.

### Conclusiones

Si bien en este trabajo no se utilizó material de tamaño estructural, el uso de viguetas permitió una caracterización visual-resistente y una evaluación de la influencia de las singularidades otorgando una idea "más real" del comportamiento de la madera de *Populus x euramericana* I-214. De este

modo, se evidenció la influencia de los daños biológicos en el comportamiento resistente (lugar de rotura) así como un comportamiento elasto-resistente análogo frente a ambos defectos (biológicos-no biológicos).

### Bibliografía Citada

EN 408. 2011+A1:2012. Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas. 38 pp.

EN 338. 2010. Madera estructural. Clases resistentes. 12 pp.

EN 1310. 1997. Madera aserrada y madera en rollo. Método de medida de las singularidades. 26 pp.

Esteban Herrero M. 2003. Determinación de la capacidad resistente de la madera estructural de gran escuadría y su aplicación en estructuras existentes de madera de conífera. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. 365 pp.

Hermoso E. 2001. Caracterización mecánica de la madera estructural de *Pinus sylvestris* L. Tesis doctoral. Madrid, España, Universidad Politécnica. 253 pp.

Íñiguez-González G, Arriaga Martitegui F, Esteban Herrero M, Argüelles Álvarez R. 2007. Los métodos de vibración como herramienta no destructiva para la estimación de las propiedades resistentes de la madera aserrada estructural. Informes de la Construcción. Vol. 59, 506, 97-105. ISSN: 0020-0883. 9 pp.

UNE 56544. 2011. Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas. 22 pp.

Rodrigo BG, Esteban LG, de Palacios P, García-Fernández F, Guindeo A. 2013. Caracterización físico-mecánica de la madera de *Abies alba* Miller procedente del pirineo español mediante probetas libres de defectos. Informes de la Construcción, Vol. 65(530): 213-218.



# JFP2016

## ACTAS

V JORNADAS FORESTALES  
PATAGÓNICAS

III JORNADAS FORESTALES DE  
PATAGONIA SUR

ECOFUEGO II

## INDICE

### *Ecofuego II*

#### COMISIÓN 1. COMPORTAMIENTO DEL FUEGO Y ALERTA TEMPRANA

Shrubland fire behaviour and fire management	
<i>Fernandes PM</i> .....	402
Incendio de Cholila 2015: evaluación de la severidad y propuestas de restauración a nivel predial	
<i>Grosfeld J, Kitzberger T, Gowda J, González Musso R, Iglesias A, Tiribelli F</i> .....	406
Gestión de fuego en el Delta del Río Paraná: algunos elementos del régimen de fuego	
<i>Kunst C, García Conde JM, Gaute M, Defossé G, Godoy J, Casillo J, Bellomo P</i> .....	411
Dinámica de la humedad de la vegetación en pastizales del noroeste de la Patagonia Argentina	
<i>Oddi FJ; Ghermandi L; Bianchi L</i> .....	416
Breve estudio de caso del incendio de Las Horquetas, Cholila, Provincia de Chubut	
<i>Vanina Strobl, Gabriel Zacconi, Ezequiel Marcuzzi, Mariela Ledesma</i> .....	421
Efectos del ganado sobre los combustibles y la inflamabilidad de paisajes alterados por el fuego en el noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, Raffaele E, Paritsis JL, Tiribelli F</i> .....	426
Inflamabilidad de especies leñosas y semi-leñosas en zonas de interfaz urbano-forestal en el noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, Raffaele E</i> .....	427
Patrones atmosféricos estacionales asociados a peligro extremo de incendios sobre el noroeste de la Patagonia	
<i>Marcuzzi EA, González MH</i> .....	428
Evaluación preliminar del contenido de humedad foliar y su relación con la inflamabilidad en coníferas exóticas plantadas en Patagonia	
<i>Bianchi L, Oddi F, Lederer N, Godoy M, Muñoz M, Defossé G</i> .....	429
Gestión del Fuego en el Delta del Río Paraná: II. Estimación del Peligro de incendio	
<i>Gaute MC, Kunst C, García Conde JM, Defossé GE, Casillo J, Bellomo P</i> .....	430
Desarrollo de modelos de predicción de comportamiento del fuego – visión del Sistema Federal de Manejo del Fuego	
<i>Muñoz M, Oviedo M, Casas L, Withinton T, Pérez A, Vázquez L</i> .....	431
Análisis del incendio Cañadón del Arroyo Cascada en el Parque Nacional Los Alerces ocurrido durante enero de 2016	
<i>Juarez C, Toppazzini M, Zacconi G</i> .....	432

#### COMISIÓN 2. ECOLOGÍA DEL FUEGO, RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DISTURBADOS POR FUEGO Y QUEMAS PRESCRIPTAS

The essential role of prescribed fire in fuel hazard reduction	
<i>Finney MA</i> .....	434
Production possibility frontiers and ecological tradeoffs for restoration of fire adapted forests	
<i>Ager AA, Vogler KC, Day MA</i> .....	440
Efecto del fuego sobre la germinación de especies leñosas y trepadoras de los bosques y matorrales del noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, Franzese J, Raffaele E, Gobbi ME</i> .....	445
Rasgos funcionales y tolerancia al fuego en especies chaqueñas, su relación con la prevención y restauración	
<i>Bravo S, del Corro F, Ojeda F</i> .....	450
Una revisión del fuego como promotor de las invasiones de pinos en el Hemisferio Sur	

<i>Franzese J, Raffaele E</i> .....	454
Quemas prescritas para el control de arbustos en la Región Chaqueña: efecto sobre la estructura y supervivencia de arbustos	
<i>Ledesma R, Kunst C, Bravo S, Leiva M, Lorea L, Godoy J, Navarrete V</i> .....	460
Restauración de bosques quemados: supervivencia y el crecimiento de lenga a 7 años de su plantación	
<i>Urretavizcaya MF, Contardi LT, Gianolini S, Oyharçabal MF, Defosse GE</i> .....	464
Severidad de fuego en bosques de Araucaria y recuperación de la producción de conos y su interacción con fauna exótica invasora en Argentina	
<i>Sanguinetti J</i> .....	465
Uso del fuego en el control de carnívoros silvestres en la Región central del Monte Austral Rionegrino: resultados de encuestas a productores ganadero	
<i>Alvarez HR, Defossé G, Seijo F, Villagra ES</i> .....	466
Quema prescrita en una forestación de pino oregón en Patagonia: evaluación ecológica luego de dos estaciones de crecimiento post-quema	
<i>Godoy MM, Bachfischer M, Lederer N, Gutiérrez EA, Bonansea J, Defossé GE</i> .....	467
Biomasa residual y efectos de la reducción de residuos sobre propiedades edáficas de forestaciones en un gradiente edafo-ambiental de Patagonia	
<i>Lederer NS, Rago MM, Godoy MM, Defossé GE</i> .....	468
Emisiones de GEI por incendios y balance de carbono en bosques de ciprés de la cordillera en la Patagonia Andina Central de Argentina	
<i>Bertolin ML, Urretavizcaya MF, Defossé GE</i> .....	469
Efectos del fuego sobre el banco de semillas de un pastizal del noroeste de la Patagonia	
<i>González SL, Ghermandi L</i> .....	470
Caracterización de la capacidad rebrotante post-fuego de especies leñosas del noroeste patagónico	
<i>Blackhall M, De Paz M, Gobbi ME, Raffaele E</i> .....	471
Influencia de las quemas prescritas en la mesofauna de suelo: Resultados preliminares en un bosque de <i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex Laws, Chubut	
<i>Dadamia MM, Lederer N, Rizzuto S</i> .....	472
Ensayo de restauración y control de la invasión de <i>Pinus radiata</i> en una plantación quemada en el noroeste de la Patagonia	
<i>Franzese J, Rodríguez J, Finster G, Postler V, Raffaele E</i> .....	473
Manejo de material combustible por medio de quemas controladas en la región de estepa, estado del Paraná, Brasil	
<i>Sejer CD, Batista AC, França Tetto AF, Viana Soares R</i> .....	474

### COMISIÓN 3. ORGANIZACIONES DE MANEJO DEL FUEGO (ASPECTOS LEGISLATIVOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)

Regímenes de incendio divergentes en dos ambientes con niveles dispares de desarrollo económico	
<i>Seijo F</i> .....	476
Propuesta para la creación de un Centro Investigación y Extensión en Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación	
<i>Defossé GE, Godoy MM, Picco OA</i> .....	481
Gestión de los organismos de manejo del fuego: cuestiones políticas y técnicas	
<i>Grosfeld J</i> .....	485
Avances en seguros contra incendios forestales para pequeños y medianos propietarios: la experiencia de Chile	
<i>Loewe V, Corti D, Ruiz JM, Lobo F</i> .....	489
Conservación de la biodiversidad en la legislación nacional y de las provincias nor-patagónicas sobre manejo del fuego y sanidad forestal	

<i>Picco OA, González MA</i> .....	494
------------------------------------	-----

**COMISIÓN 4. PROBLEMÁTICA DE INTERFAZ (ASPECTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS)**

Los incendios forestales en el siglo XXI: los problemas de la interfaz urbana forestal y cambio climático	
<i>Alvarado E</i> .....	501
Base metodológica para la caracterización del combustible forestal de parches naturales en áreas de interfase rural-urbano, en el contexto pampeano	
<i>Ramat SC, Ibañez HV, Zunino GE, Berdun YS</i> .....	508
Evaluación del peligro de incendios de interfase en viviendas rurales del paraje Trompul dentro del Parque Nacional Lanín	
<i>Tula E</i> .....	513
Incendios de interfase natural-urbana en la Patagonia Andina Central	
<i>Ghermandi L, Bari M, Curuhual V, Dinamarca D, Defossé GE, Díaz A, Kitzberger T, Montenegro P, Müller M, Rodríguez NF</i> .....	518
Evaluación del Peligro de Incendios de Interfase en viviendas rurales del Paraje Trompul dentro del Parque Nacional Lanín	
<i>Tula E</i> .....	519
Wildfire transmission networks and their application for improving risk governance in the wildland urban interface	
<i>Ager A</i> .....	520
Fuerzas motrices de los incendios en Bosques Pedemontanos de Jujuy: causas antropogénicas y posibles consecuencias para su restauración ecológica	
<i>Morales AM, Vivanco CG, Defossé GE, Seijo F, Politi N</i> .....	521
Relación entre el avance de la población y los incendios forestales en la ciudad de San Carlos de Bariloche	
<i>Castro Jara N, Tacchini G</i> .....	522

# ECOFUEGO II

## Comportamiento del fuego y alerta temprana

## Shrubland fire behaviour and fire management

Paulo M. Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centre for the Research and Technology of Agro-Environmental and Biological Sciences (CITAB), University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Vila Real, Portugal.*

E-mail: [pfern@utad.pt](mailto:pfern@utad.pt)

### Abstract

Shrub-dominated fuel types are globally relevant and prone to fires that spread fast and with high intensity, hence threatening human life and property, especially in the wildland-urban interfaces of Mediterranean-type climate regions. However, the study and knowledge of shrubland fire behaviour remains underdeveloped in comparison with forests and grasslands. The state-of-the-art of fire behaviour dynamics in shrubland is reviewed, and fire management strategies in shrub-dominated landscapes are discussed.

**Keywords:** fire behaviour, fire management, Mediterranean-type ecosystems.

### Introduction

Shrublands cover vast tracts of the Earth, ranging from wet to dry (and cold to warm) climates, and account for a substantial fraction of area burned, e.g. 60% of the total in Europe from 2000 to 2013 (Pereira et al. 2014). Fires in shrubland spread fast and with high intensity. The particular nature of fire behaviour in shrubland under extreme fire weather threatens human life and property, especially where Mediterranean-type ecosystems coincide with high population density, and challenges the effectiveness of fire management, from fuel treatments to fire suppression.

The presentation addresses the current knowledge and further research needs of fire behaviour dynamics in shrubland, including discussion of the implied fire management implications and options.

### Shrubland fuel and fire behaviour dynamics

Shrub-dominated fuel types, either in “pure” forms (shrubland) or as forest understorey, consist of finely branched canopies; in the former case, litter is usually incipient or too compact to significantly contribute to flaming. Live foliage is prevalent and its flammability is often enhanced by chemical composition, but dead fuels in the mid to bottom canopy can be a relevant component of the fuel complex, especially in aged or senescent shrubland. These characteristics, plus contiguity to the ground, poor vertical differentiation and high aeration complicates typifying fire as “surface” or “crown” in shrubland. In fact, fire-spread rates in tall shrubland can be comparable to those observed during active crowning in conifer forest.

Shrublands and forests differ in their fire behaviour dynamics in relation to fire weather. Shrubland fuels are directly exposed to wind and radiation, implying a fast, if not immediate, response to variation in the fire environment. Fine dead fuels will be available to burn shortly after a rain event, and the absence or irrelevance of duff and coarse dead fuels entails fire-behaviour insensitivity to recent rainfall and time since rain. Hence, typically, fire spread in shrubland either is non-sustained or intense, depending on fine fuel moisture and wind speed thresholds for propagation and fuel-complex properties. The transition between these two states (“go/no-go”) is abrupt, which, together with the dominance of live fuels, limits the applicability of fire danger rating systems driven by mid- to long-term dead fuel moisture content dynamics, such as the widely used Canadian Forest Fire Danger Rating System (Van Wagner 1987). Fire danger rating methods solely based on atmospheric

influences, such as Fosberg's Fire Weather Index (Fosberg 1976), might prove more effective at assessing potential fire behaviour in shrubland. Nevertheless, drought affects fire behaviour in shrubland by decreasing live fuel moisture content and increasing the ratio of dead-to-live fuels, which in Californian chaparral has been related to substantially higher fire activity (Dennison & Moritz 2009).

### Shrubland fire-behaviour modelling

Prediction of fire behaviour characteristics in shrubland can resort to fire modelling tools based on the semi-empirical fire spread model of Rothermel (1972), which requires assuming a given set of fuel properties (fuel load by size class and condition, fuel depth, surface-area-to-volume ratio, heat content), i.e. a fuel model. Note however that Rothermel's model was developed from experiments in dead fuels, and its extension to live fuels was purely mathematical. Assignment of the most adequate fuel model is limited by the options available (Anderson 1982; Scott & Burgan 2005), but users can modify existing fuel models or develop custom fuel models, provided that fuel attributes data is available. However, the user has no guarantee that the resulting fuel model allows sufficiently accurate predictions of fire behaviour characteristics. Hence, calibration with observed fire behaviour data is essential to develop trustworthy custom fuel models (Cruz & Fernandes, 2008).

Literature on shrub fuels flammability based on laboratory trials is abundant, but real-world extrapolation of results is challenging, if not impossible, due to a number of reasons discussed by Fernandes & Cruz (2012), including scale issues. Field-based experimental fire behaviour research in shrubland has been comparatively scarce in comparison with forest and grassland. In this respect, some studies have been carried out in Europe, both in Mediterranean-type shrubland and temperate heathland (Vega et al. 1998; Fernandes 2001; Vega et al. 2006; Davies et al. 2009), with the main objective of describing fire-spread rate and flame size from weather-related variables and fuel characteristics. The scope of the studies was limited and the results more useful for prescribed burning planning, as most experiments were carried out under the relatively mild conditions of autumn to spring. The studies highlighted the prevailing role of wind speed, as well as the difficulty in identifying and isolating the effects of individual fuel characteristics (including sometimes dead fuel moisture content). As this is inherent to the experimental natural setting, advances on understanding the role played by individual fuel properties may be possible through carefully planned laboratory experiments.

Recently, Anderson et al. (2015) proposed a generic, empirical-based model to predict fire-spread rate in shrublands. The model was built from the analysis of an extensive fire behaviour dataset comprising data from experimental work in Australia, New Zealand, Europe and South Africa and observations of rate of spread up to  $60 \text{ m min}^{-1}$ . A comprehensive range of heathlands and shrubland species communities and vegetation structures was covered by the dataset. Three alternative equations for rate of spread were developed with 2-m wind speed, a wind reduction factor, elevated dead fuel moisture content and either vegetation height (with or without live fuel moisture content) or bulk density as input variables. The effect of wind speed on rate of spread was found to be linear, as in most contemporary research in other fuel types, while dead fuel moisture content exerted an exponential damping effect, and the response to shrub height or bulk density was comparatively weak. The effect of live fuel moisture content was not quantified categorically, but trials in a combustion table (Rossa et al. 2016) suggest it is less relevant than predicted by Rothermel's model. Verification of models against independent data collected in prescribed fires and wildfires (with rates of spread up to  $100 \text{ m min}^{-1}$ ) resulted in fire-spread rate prediction within satisfactory limits (mean absolute errors varying from 3.5 to 9.1  $\text{m min}^{-1}$ ). Additionally, an ignition line length correction was developed, and a simple model to predict dead fuel moisture content was

evaluated. The model is anticipated to deliver sound predictions of rate of spread for a wide range of shrublands, but the effects of terrain slope and variation in fuel load and composition warrant further research, along with the identification of fuel and weather threshold conditions for continuous fire spread.

### Shrubland fire management

Fire management in shrubland landscapes is controversial and the subject of vivid debate, namely in relation to southern California. Early work grounded in the dynamics of fuel accumulation defended the so-called fuel age paradigm, whereby a mosaic of shrubland patches with variable flammability is expected to constrain the spread and limit the size of subsequent fires (Minnich & Chou 1997). Subsequent analyses have challenged such viewpoint by showing a weak dependence of burn probability on fuel age (Moritz et al. 2004), and very large fires burning over young shrubland (Keeley et al. 1999), given the exposure to critical fire weather conditions characterized by very strong and dry winds. The conclusion is that large-scale fuel management, e.g. through prescribed burning, will be ineffective under extreme fire weather, recommending fuel treatments only in the vicinity of wildland-urban interfaces and valuable assets in general.

Southern California may well represent an extreme and hence not constitute a general model for fire management in shrub-dominated landscapes. Recent work in Portugal has shown a direct replacement effect of antecedent fire on subsequent area burned (Price et al. 2015), selection of increasingly older fuels by increasingly larger fires (Fernandes et al. 2012), a decrease in the size of fires larger than 2500 ha when the occupancy by fuels less than 9-year-old increases (Fernandes et al. 2016a), and a strong effect of pyrodiversity (the landscape structure legacy of previous fires) in reducing fire size (Fernandes et al. 2016b). Hazard reduction by both planned and unplanned (but monitored) fires in many fire-adapted (or even fire-dependent) shrubland types surely has a relevant place in the fire management toolbox.

### Conclusions

Shrubland fire behaviour characteristics can currently be predicted for research or operational purposes using either semi-empirical or empirical models. However, insufficient knowledge regarding the effects of fuel properties and terrain slope on fire-spread rate warrants further research, and fire danger rating for shrubland needs to be improved. The mix of fire management options (i.e. the relative importance of ignition control, fuel control and fire suppression) in shrubland varies substantially and should be designed considering the environmental and socioeconomic setting.

### References

- Anderson HE. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. INT-122, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah.
- Cruz MG, Fernandes PM. 2008. Development of fuel models for fire behavior prediction in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stands. *International Journal of Wildland Fire* 17: 194-204.
- Davies GM, Legg CJ, MacDonald AJ. 2009. Rate of spread of fires in *Calluna vulgaris*-dominated moorlands. *Journal of Applied Ecology* 46: 1054-1063
- Dennison PE, Moritz MA. 2009. Critical live fuel moisture in chaparral ecosystems: a threshold for fire activity and its relationship to antecedent precipitation. *International Journal of Wildland Fire* 18: 1021-1027.

- Fernandes PM. 2001. Fire spread prediction in shrub fuels in Portugal. *Forest Ecology and Management* 144: 67–74.
- Fernandes PM, Cruz MG. 2012. Plant flammability experiments offer limited insight into vegetation - fire dynamics interactions. *New Phytologist* 194: 606-609.
- Fernandes PM, Loureiro C, Magalhães M, Ferreira P, Fernandes M. 2012. Fuel age, weather and burn probability in Portugal. *International Journal of Wildland Fire* 21: 380-384.
- Fernandes PM, Monteiro-Henriques T, Guiomar N, Loureiro C, Barros A. 2016b. Bottom-up variables govern large-fire size in Portugal. *Ecosystems*. doi:10.1007/s10021-016-0010-2.
- Fernandes PM, Pacheco AP, Almeida R, Claro J. 2016a. The role of fire suppression force in limiting the spread of extremely large forest fires in Portugal. *European Journal of Forest Research* 135: 253-262.
- Fosberg MA. 1978. Weather in wildland fire management: the fire weather index. In: Conference on Sierra Nevada Meteorology, June 19-21, 1978, Lake Tahoe, California. American Meteorological Society, Boston, Mass.
- Keeley JE, Fotheringham CJ, Morais M. 1999. Reexamining fire suppression impacts on brushland fire regimes. *Science* 284: 1829-1832.
- Minnich RA, Chou Y-H. 1997. Wildland fire patch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California. *International Journal of Wildland Fire* 7: 221-248.
- Moritz MA, Keeley JE, Johnson EA, Schaffner AA. 2004. Testing a basic assumption of shrubland fire management: how important is fuel age?. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 67-72.
- Pereira MG, Aranha J, Amraoui M. 2014. Land cover fire proneness in Europe. *Forest Systems* 3: 598-610.
- Price OF, Pausas JG, Govender N, Flannigan M, Fernandes PM, Brooks ML, Bird RB. 2015. Global patterns in fire leverage: the response of annual area burnt to previous fire. *International Journal of Wildland Fire* 24: 297-306.
- Rossa C, Veloso R, Fernandes PM. 2016. A laboratory-based quantification of the effect of live fuel moisture content on fire-spread rate. *International Journal of Wildland Fire* 25: 569-573.
- Rothermel RC. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. USDA Forest Service Res. Pap. INT-115, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, UT.
- Scott JH, Burgan RE. 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO.
- Van Wagner CE. 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. *Can. For. Serv., Forestry Tech. Rep.*
- Vega JA, Cuiñas P, Fonturbel T, Perez-Gorostiaga P, Fernandez C. 1998. Predicting fire behaviour in Galician (NW Spain) shrubland fuel complexes. In: Viegas, D.X. (Ed.), *Proceedings of III International Conference on Forest Fire Research and 14th Conference on Fire and Forest Meteorology, Luso, Portugal, 16–20 November 1998*, vol. II, pp. 713–728, Coimbra, Portugal.
- Vega JA, Fernandes P, Cuiñas P, Fonturbel MT, Loureiro C. 2006. Fire spread analysis of early summer field experiments in shrubland fuel types of north-western Iberia. *Forest Ecology and Management* 234: S1.

## Incendio de Cholila 2015: evaluación de la severidad y propuestas de restauración a nivel predial

Javier Grosfeld<sup>1\*</sup>, Thomas Kitzberger<sup>2</sup>, Juan Gowda<sup>2</sup>, R. González Musso<sup>3</sup>, Ari Iglesias<sup>2</sup>,  
Florencia Tiribelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CCT-Patagonia Norte – CONICET; <sup>2</sup> INIBIOMA. Universidad Nacional del Comahue – CONICET;

<sup>3</sup>AUSMA Universidad Nacional del Comahue

\* Autor de correspondencia: javigros@yahoo.com.ar

### Resumen

Los grandes incendios forestales que afectaron una superficie de casi 29.000 ha en la cuenca del Lago Cholila (Chubut), fueron de una magnitud e intensidad tan significativa como no había sido observada al menos en los últimos 50 años para toda la región del norte de la Patagonia. En este trabajo se presenta un análisis detallado de la severidad utilizando sensores de alta resolución espacial (sub-metro) para las propiedades que rodean al Lago Cholila; y teniendo en cuenta las propuestas generales aportadas por la provincia de Chubut, se intenta pasar de la escala de paisaje a un diagnóstico más preciso y propuestas operativas de restauración a nivel predial. El incendio tuvo un grado de severidad muy importante, afectando la vegetación en todos los predios estudiados. La utilización de sensores remotos de alta resolución permitió detectar pequeñas áreas (islas), e incluso árboles aislados, donde el fuego puede haber actuado de manera menos severa o directamente no hayan sido afectados. Se observó que, a pesar del alto grado de severidad, luego de un año, en cada uno de las propiedades ha sido posible establecer amplias zonas donde la regeneración natural se está instalando con éxito en sitios de especies rebrotantes, y otros, donde las perspectivas futuras son muy alentadoras en el corto y mediano plazo, gracias a la sobrevivencia o menor severidad de árboles remanentes. Por otra parte la alta resolución espacial también permitió identificar áreas críticas localizadas donde pueden estar actuando procesos erosivos muy dinámicos o donde la severidad de fuego fue extrema y sea necesario realizar acciones activas específicas para que el ecosistema tenga posibilidades de recuperación. Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico, se propuso la implementación concreta y espacialmente explícita de líneas de acción precisas en cuanto a la protección, rehabilitación y restauración activa de la vegetación y mitigación de procesos erosivos.

**Palabras clave:** Imágenes de Alta Resolución, Plan Estratégico Predial, resiliencia

### Introducción

Los grandes incendios forestales que desde el 16 de febrero de 2015 afectaron gran parte de la cuenca del Lago Cholila, fueron de una magnitud e intensidad tan significativa como no había sido observada al menos en los últimos 50 años para toda la región del norte de la Patagonia.

En ese contexto, un grupo de propietarios ubicados en los márgenes del Lago Cholila convocados por la Fundación Naturaleza para el Futuro (FuNaFu), requirió al INIBIOMA (CONICET-UNComahue) un detallado diagnóstico de los impactos que ha producido el fuego sobre la vegetación como paso previo para realizar una adecuada toma de decisiones en sus predios sobre las acciones de restauración a encarar en el corto, mediano y largo plazo.

El objetivo general de este trabajo es realizar un análisis detallado de la severidad utilizando sensores de alta resolución espacial para la zona periférica al Lago Cholila; y teniendo en cuenta las propuestas generales aportadas por la Provincia de Chubut (Subsecretaría de Bosques, CIEFAP, INTA, 2015), intentar profundizar de la escala de paisaje a un diagnóstico más preciso y propuestas operativas de restauración a nivel predial.

## Materiales y Métodos

Una de las variables más importantes que determinan el impacto de los incendios forestales es la severidad de fuego, que puede ser estimada por la cantidad de biomasa verde consumida por el incendio. Usando sensores remotos multiespectrales de alta resolución espacial, menor a un metro (WorldView2), se estimó la biomasa vegetal con el Índice Verde Normalizado (NDVI) entre imágenes pre y postincendio para una superficie de 22.000 has que rodean al Lago Cholila. Luego se derivó un índice dNDVI que estima la pérdida de superficie fotosintéticamente activa luego del incendio por cada tipo de cobertura vegetal. El dNDVI constituye una dimensión de la severidad con la que el incendio ha afectado la biomasa vegetal. A su vez, esta información provista por sensores remotos ha sido validada con chequeo a campo para ajustar mejor los datos aportados por la imagen satelital. Complementariamente se estimaron las emisiones de C que emitió el incendio en dicha superficie

Luego del procesamiento de imágenes y chequeo de campo se realizó un análisis multicriterios, y en función del marco regulatorio actual, se propusieron alternativas de manejo para cada predio, con recomendaciones para la protección del suelo y procesos erosivos, manejo y recuperación de áreas quemadas, lineamientos para el manejo ganadero y refugios de fuego, planificación de actividades de restauración activa (cosecha de semillas, propagación de plantas, plantación, siembra aérea), establecimiento de un plan de monitoreo, acciones de comunicación, difusión y educación ambiental, así como las necesidades de capacitación e investigación.

## Resultados

El incendio de 2015 afectó 10.449 hectáreas representando un 46 % del área total de estudio (Fig.1).

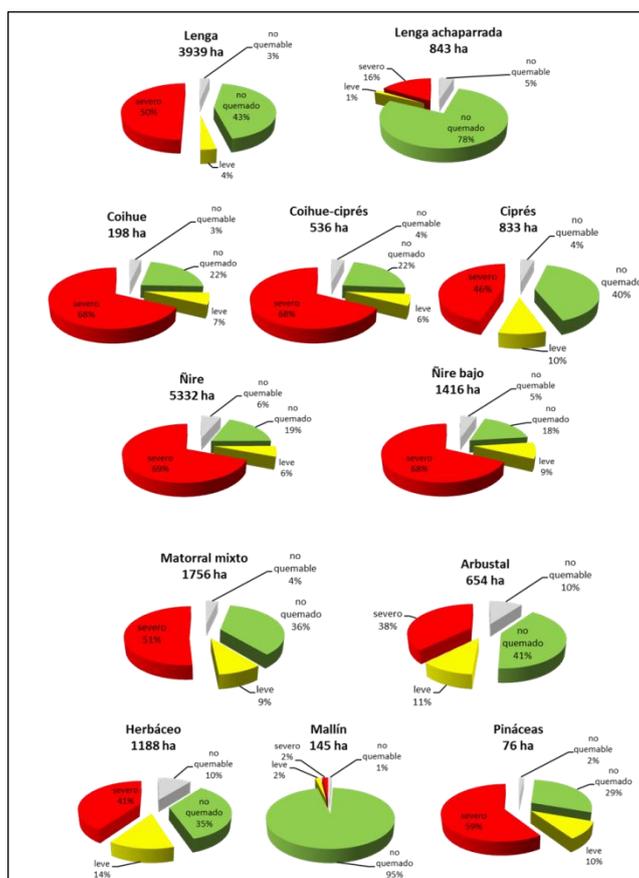
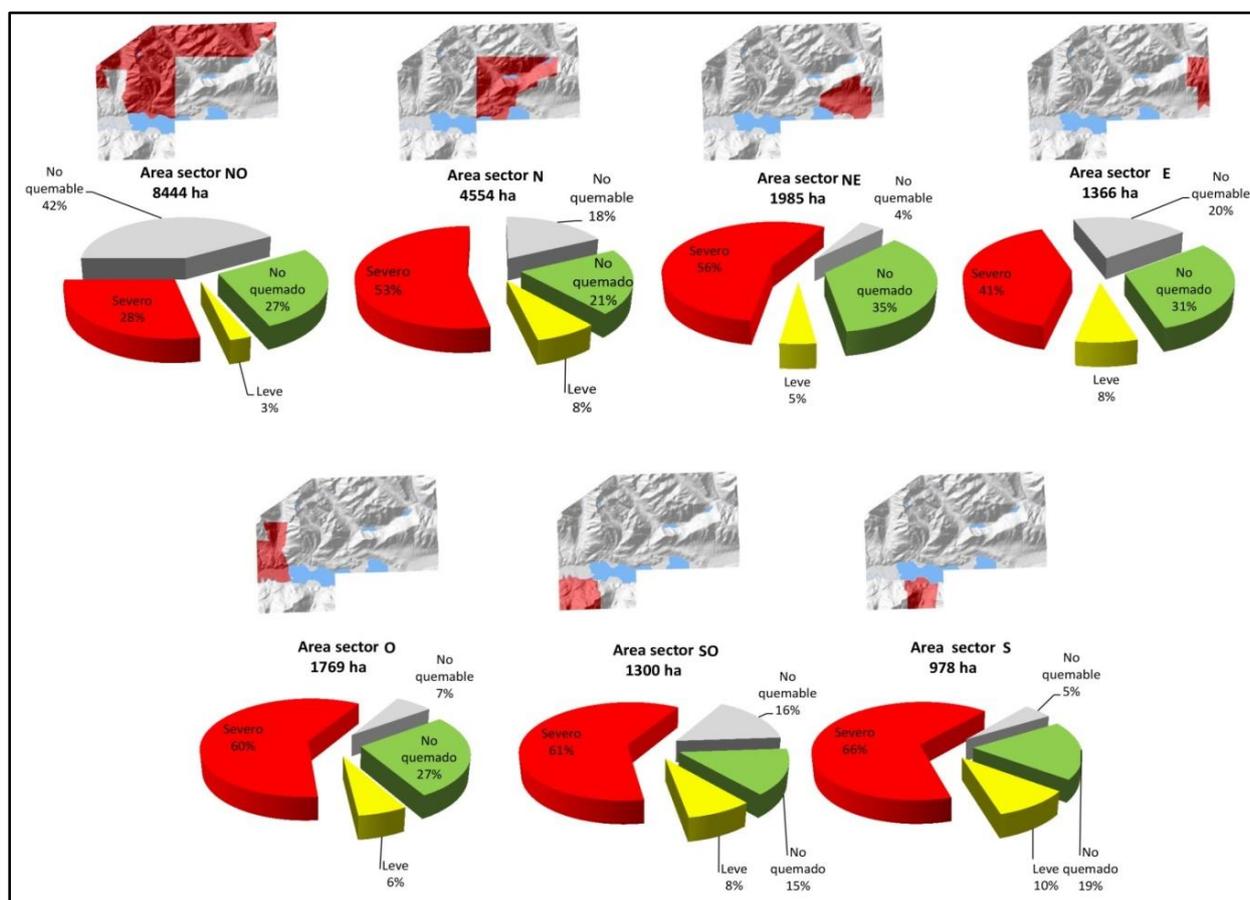


Figura 1. Afectación por severidad del incendio de Cholila de 2015 por tipo de cobertura en el área de estudio.

El análisis de severidad basado en imágenes satelitales de alta resolución y calibradas con chequeo de campo indica que el 41% (9.301 ha) de lo hizo en alta severidad (pérdida de NDVI >64%) mientras que solamente un 5% (1148 ha) ardió con severidad leve (44-64% de pérdida de NDVI). Un 54% del área (12.775 ha) escapó del fuego y de este, un 27% (6.336 ha) corresponde a vegetación potencialmente inflamable (NDVI PRE>0.15) mientras que otro 27% (6.439 ha) involucró áreas potencialmente no inflamables como cuerpos de agua, roquedales y áreas con vegetación dispersa (NDVIPRE<0.15).

La severidad del incendio no fue homogénea en el área de estudio (Fig. 2). En general los predios ubicados a S y OE sufrieron de mayor severidad (área afectada en forma severa >60%). Esto puede deberse a la exposiciones N más expuestas a la radiación desecante del combustible así como a la presencia de abundante caña colihue muerta. El sector ubicado a NO de área de análisis es el que tuvo mayor área sin quemar (69%) y menor proporción con quema severa (28%), posiblemente debido al doble efecto de altas cordilleras con abundante altoandino (no quemable), así como orientaciones S más húmedas. Los predios N y NO tuvieron severidades medias-altas y finalmente, el predio ubicados hacia el E muestra disminución en la severidad posiblemente por reducción en las cargas combustibles.



**Figura 2.** Afectación por severidad del incendio de Cholila de 2015 por sectores predial.

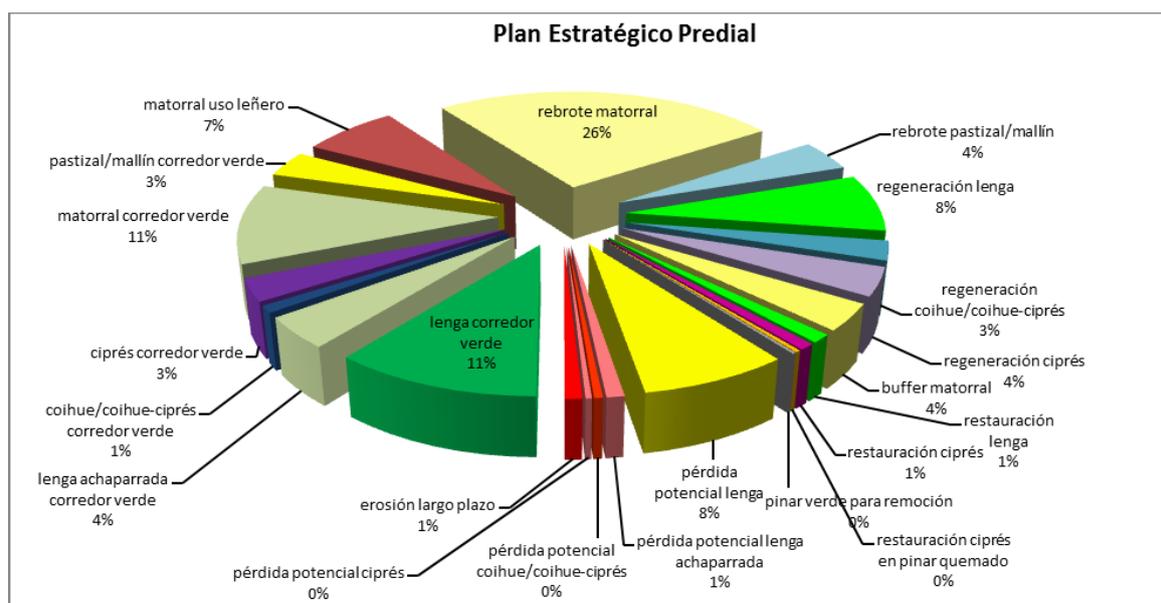
El incendio de 2015 produjo cambios muy importantes en la representación de las diversas coberturas. Las principales reducciones se producen en los tipos más inflamables: los ñirantales, le siguen la cobertura herbácea y de ñire bajo. Los arbustales y matorrales mixtos pasan a representar 2 y 4% reduciéndose sus rangos en 64 y 62%, respectivamente. Le siguen en magnitud de reducción los coihuales (64% de reducción), los bosques de coihue-ciprés (60% de reducción), lengales (50% de reducción), cipresales (48% de reducción) y pinares (46% de reducción). Finalmente las coberturas

proporcionalmente menos afectadas fueron la lenga achaparrada y los mallines con reducción del 29% y 5% de sus distribuciones originales, respectivamente.

Los mayores índices de severidad medido como la proporciones de área quemada severa/área quemada leve fueron en orden decreciente: lenga achaparrada (16,0), lenga (12,5), ñire (11,5), coihue-ciprés (11,3), coihue (9,7), ñire bajo (7,5), pinar (5,9), matorral mixto (5,7), cipresal (4,6), arbustal (3,4), pastizal (2,9) y mallin (1).

Una estimación de la biomasa por ecosistemas y por compartimento (hojas, ramas finas, ramas gruesas, sotobosque, mantillo/suelo, corteza), estimaciones de porcentajes de consumo por ecosistema y compartimento basadas en las parcelas de campo y factores de emisión estándar del IPCC arrojan una emisión total del incendio sobre el área de estudio de 204,3 Gg C. Los promedios de emisión fueron de 0.22 y 1.23 Kg C/m<sup>2</sup> para zonas fuego leve y severo, respectivamente. Estos valores son comparables con emisiones reportadas para incendios de similares tamaños en bosques boreales.

En función de los datos satelitales y de campo, se formuló un "Plan estratégico de uso y restauración de nivel predial" de acuerdo a las actividades (o falta de las mismos), definiéndose las siguientes grandes categorías de coberturas, usos o acciones (Fig 3): corredores de hábitat no quemado, áreas de regeneración natural, áreas de rebrote natural, áreas de restauración activa, áreas de pérdida de los ecosistemas originales, áreas de monitoreo de erosión hídrica y áreas de uso leñero y manejo del rebrote



**Figura 3:** Proporción de cada uno de los usos, acciones o coberturas propuestas en el Plan Estratégico Predial

## Discusión y Conclusiones

Existe un gran debate en el ámbito gubernamental y científico-técnico respecto a los mecanismos de intervención en las áreas afectadas por incendios forestales y la capacidad de adaptación de los sistemas boscosos, en especial de los bosques patagónicos. Ante la evidencia de cambio climático global, la evolución de los ecosistemas afectados por fuego se abre a diversos escenarios. Por un lado se contempla la decisión de reducir perturbaciones que provocan otros factores en sitios quemados (control de herbivoría, especies leñosas exóticas, etc.) para dejar que el bosque se recupere naturalmente, identificando acciones que permitan facilitar la resiliencia de los ecosistemas afectados (restauración pasiva), o si la restauración debe enfocarse en la revegetación mediante reforestaciones de especies nativas o facilitación para el establecimiento de especies deseables (restauración natural asistida o activa), o más aún, si hay que focalizar los esfuerzos para

revertir la tendencia hacia la arbustización en desmedro del bosque que se da en muchos sitios luego de los incendios forestales y planificar espacialmente el paisaje para reducir los riesgos o vulnerabilidad ante un ulterior evento de fuego (reducción de amenazas). La restauración ecológica de cada predio en particular y de la cuenca en general debe contemplar estos tres aspectos, definiendo previamente propósitos y orientaciones precisas, antes de especificar las intervenciones de restauración ecológica a realizar en una determinada área. En ese sentido es primordial el establecimiento de objetivos y criterios precisos para priorizar las intervenciones de restauración.

Si bien las actividades propuestas son específicas para cada predio, es deseable una visión de conjunto para asegurar la conectividad de los respectivos ambientes y la implementación de acciones que requieren de una coordinación a nivel local entre las instituciones públicas (Subsecretaría de Bosques, CIEFAP, Universidades, INTA, escuelas), instituciones privadas, los propietarios y los pobladores locales. Un aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de proyectos asociativos entre varios propietarios o entre propietarios y pobladores locales para la implementación de algunas prácticas como ser la reforestación, manejo del rebrote, aprovechamiento leñero, control de especies exóticas, entre otras.

Debido a la gran extensión del área afectada resulta relevante la planificación de la logística, de forma que las actividades propuestas puedan tomar escala gradualmente, ya que son muy escasos en la región los antecedentes de programas de restauración a nivel de paisaje. En ese sentido, teniendo en cuenta el monitoreo de los procesos de erosión y revegetación natural, los proyectos de restauración activa para cada predio deben comenzar por sitios donde exista una mayor probabilidad de éxito, tanto como para recuperar el sitio en sí mismo, como para ir aprendiendo de las reforestaciones realizadas previamente. Por otra parte, no es menos sugerente que una mayor probabilidad de éxito en cada experiencia, redundará en una mejor predisposición de todos los actores para continuar con las actividades planificadas. Otro aspecto fundamental es contar con el financiamiento adecuado para la implementación de las acciones de los respectivos programas.

#### **Bibliografía consultada**

Subsecretaría de Bosques, CIEFAP e INTA. 2015. Programa integral de Manejo y restauración de las grandes áreas afectadas por los incendios forestales de la temporada 2014-2015 en la Provincia de Chubut. 144 pp

## Gestión de fuego en el Delta del Río Paraná: algunos elementos del régimen de fuego

Carlos Kunst<sup>1\*</sup>, Juan M. García Conde<sup>2</sup>, M. Gaute<sup>3</sup>, Guillermo Defossé<sup>4</sup>, J. Godoy<sup>1</sup>,  
Joaquín Casillo<sup>5</sup>, Pablo Bellomo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>INTA, EEA Santiago del Estero; <sup>2</sup>Consortio Delta de Manejo del Fuego; <sup>3</sup>Ministerio de Agroindustria de la Nación, Dir.de Forestación, <sup>4</sup>Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, <sup>5</sup>Actividad privada

\*Autor de correspondencia: [kunst.carlos@inta.gob.ar](mailto:kunst.carlos@inta.gob.ar)

### Resumen

El objetivo general de este trabajo fue generar información para conocer el régimen de fuego del bajo Delta del Río Paraná (provincia de Buenos Aires). El complejo de combustibles está compuesto principalmente por *Scirpus giganteus* Kunth (paja) y *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey) Soják (junco). El trabajo se desarrolló entre 2012 y 2014, contando con la colaboración del Consorcio Delta de lucha contra incendios. En ambas especies se estudió la acumulación de combustible (= biomasa aérea), tasa de acumulación anual e interanual y las relaciones entre el contenido de agua (CH) anual de los tejidos verde y seco de las plantas con la oscilación de la napa freática y la temperatura del aire. Los resultados fueron interpretados en un contexto de ecología y gestión de fuego mediante búsqueda bibliográfica y simulando el posible comportamiento de fuego con los datos de combustible y climáticos obtenidos a campo. mediante sistemas expertos (BEHAVE 5.05 y Mk V) Las cargas de combustible estimadas son altas y variables. El máximo alcanza a 30000 kg materia de seca (MS)\*ha<sup>-1</sup> y el mínimo a 5000 kg MS\*ha<sup>-1</sup>. No se observaron diferencias entre especies. La tasa de acumulación quincenal-mensual puede superar los 300 kg MS\*ha<sup>-1</sup>\*día<sup>-1</sup>, estando muy influenciada por la presencia-ausencia de napa freática alta (=inundación) y la temperatura del aire. La dinámica del CH de los tejidos verdes y secos sugiere que existe un gran número de días con riesgo de fuego alto y medio (CH seco ≤ 35 %). La acumulación interanual sugiere que en un plazo de 3 a 5 años los pajonales y juncales acumulan cargas de combustible estático que superan ampliamente niveles de seguridad en otros ecosistemas de pastizal y humedal. La simulación con BEHAVE 5.05 no fue tan satisfactoria como la realizada con Mk 5, debido a que esta última emplea una estimación del curado de los combustibles, es decir de la proporción de tejido seco en las plantas. Cuando el curado de los combustibles supera el 60 %, el sistema Mk 5 indica que pueden ocurrir fuegos cuyo control depende de maquinaria y ataque indirecto (construcción de cortafuegos y empleo de fuego en retroceso = contrafuegos).

**Palabras clave:** pajonales, comportamiento de fuego, combustibles.

### Introducción

El Delta es un humedal ubicado en las provincias de Entre Ríos y Buenos Aires, superficie aprox. 2.700 km<sup>2</sup>. Las actividades productivas son la ganadería de cría, recría y engorde; y plantaciones de *Populus* y *Salix* con destino industrial. El fuego es un fenómeno frecuente: es un factor ecológico que actúa como regulador de la acumulación de biomasa vegetal muerta, evitando que se produzcan incendios incontrolables (Kandus et al.(2009); y una herramienta de manejo de la vegetación natural, empleado para distintos fines: caza, manejo de pasturas, limpieza de residuos forestales, etc. (Salvia et al. 2012, García Conde comunicación personal). El problema es el empleo del fuego como practica individual, aislada, sin conocimiento de la dinámica natural del ecosistema y de las condiciones climáticas. Durante eventos climáticos inusuales de sequía, el fuego puede producir situaciones extremas de impacto sobre la economía y sociedad del Delta, como los incendios de 2008, donde la superficie afectada fue de 300.000 has y en el sector forestal se quemaron cerca de 6.000 ha, con pérdidas estimadas en \$ 100.000.000 ((Kandus et al.. 2009, Garcia Conde, comunicación personal).

El régimen de fuego es consecuencia de características intrínsecas del ecosistema (clima, suelos y vegetación) y puede ser modificado por las actividades humanas, que cambian las características, tales como frecuencia, intensidad, severidad, modalidad de uso y alteran la biomasa consumible a través de la prohibición del fuego, pastoreo, construcción de caminos, diques, etc. (Agee 1993). Poseer información sobre el mismo es esencial para su gestión.

El objetivo general de este trabajo fue estudiar aspectos del régimen de fuego en el Delta y aplicarlos para mejorar su gestión. Se presentan los resultados e implicancias prácticas de: (a) dinámica temporal de la acumulación de combustible (= biomasa aérea); (b) descripción de la estructura y características del complejo de combustibles (carga instantánea y densidad aparente); (c) dinámica del contenido de agua (CH) de los componentes vivo y seco del combustible y su relación con factores ambientales.

### Materiales y Métodos

El área de estudio estuvo ubicada en las cercanías de Zárate y Campana, Provincia de Buenos Aires, entre los 34,20° LS y 58,75° LO aprox. El clima es isohigro, con precipitación anual promedio de 1000 mm, y temperatura del aire de 22,6 °C en el mes de enero y de 10,4 °C durante julio.

Los supuestos de este estudio fueron: (a) mayor carga de combustibles implica una mayor intensidad y severidad del fuego, y por lo tanto mayor dificultad en su control (Botequim et al. 2015); (b) la ignición y el comportamiento del fuego están condicionados por CH y la inflamabilidad intrínseca de los combustibles (Agee et al. 2002) y (c) cuando la carga de combustible aumenta y el CH disminuye, la intensidad del fuego, su velocidad de propagación y las dificultades en su manejo (ej. control) se incrementan (Bianchi et al. 2014).

El complejo de combustibles está compuesto por *Scirpus giganteus* Kunth (paja) y *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey) Soják (junco). Mediante análisis de imágenes satelitales, entrevistas a productores, registro histórico de focos de calor (INTA Instituto de Clima y Agua, comunicación personal) y la facilidad de acceso se seleccionaron 5 áreas de muestreo. La dinámica de la acumulación anual de biomasa aérea (BM) se estudió mediante el enfoque de Anslow y Green (1967), en dos grupos de 3 marcos superficie = ¼ m<sup>2</sup>. La BM de un grupo de marcos fue cosechada cada 15 días, y en el otro cada 30 días, con un desfase de 15 días entre cortes, a partir de mayo de 2012. BM se cosechó con tiehara de tusar a 10 cm del suelo y se recolectó el mantillo a mano. Este material se pesó, y fue llevado a estufa donde se lo secó a 60 °C durante 48 hs, y pesado nuevamente. Los datos de BM fueron expresados en kg de materia seca (MS)\*ha<sup>-1</sup>. Para la dinámica interanual, se muestrearon lugares del área de trabajo con 'tiempo desde el último fuego' conocido para estimar el tiempo en años para llegar al 'estado estable', definido este como un pajonal/juncal donde la acumulación se equilibra con la degradación (Rosa et al. 2011). Esta información es relevante para estimar de manera indirecta la carga de combustible y estimar los posibles tiempos de retorno del fuego. Para ello se empleó un marco de ¼ m<sup>2</sup>, n = 5 por lugar de muestreo, donde la densidad aparente (cantidad de combustible disponible por unidad de volumen) fue estimada mediante estratificación cada 30 cm (kg MS\*cm<sup>-3</sup>, Scott y Reinhardt 2001).

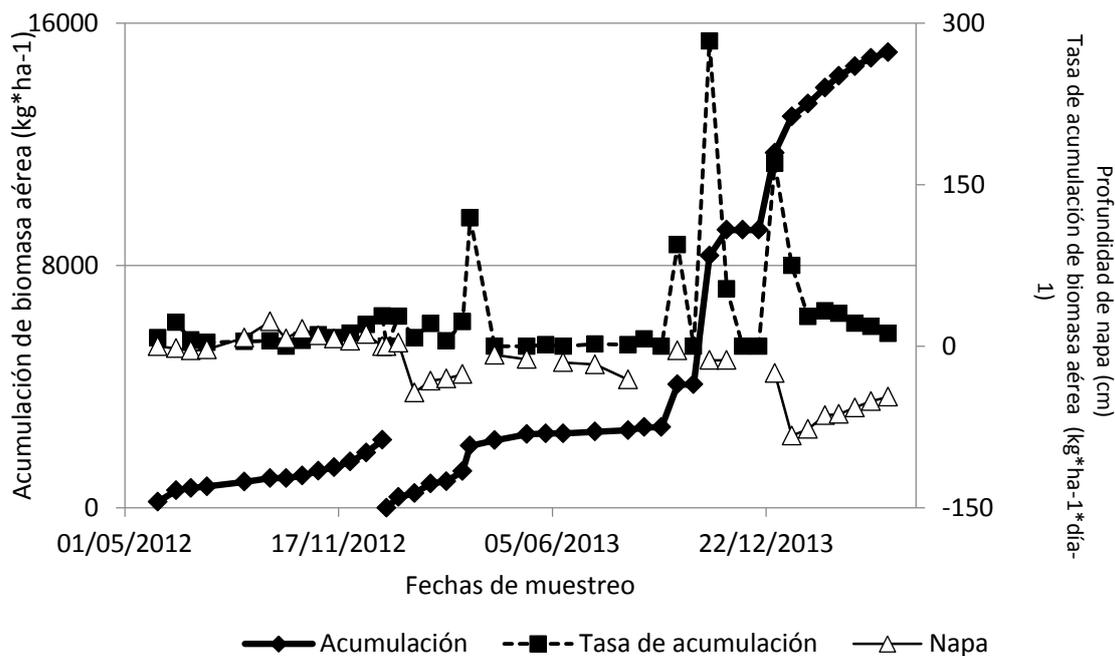
En cada fecha de muestreo de BM, se cosecharon muestras de partes vivas y muertas (=secas) en pie de las plantas para estimar CH mediante el método gravimétrico (Bianchi et al. 2014). Para interpretar los datos de CH se empleó el resumen provisto por Yebra et al. (2008), modificado mediante información provista por otros autores. La bibliografía indicó que el curado (proporción de tejido seco en las plantas) es uno de los mejores predictores de comportamiento de fuego. Por ello a partir de setiembre de 2012 se comenzó a evaluar visualmente el curado. En cada una de las áreas de muestreo se instalaron freatímetros registrándose la altura de napa (cm) cada 15 días. Las temperaturas del aire máxima y mínima (°C), humedad relativa (%), precipitación (mm) y velocidad del viento a 10 m (km\*hora<sup>-1</sup>) fueron obtenidos de la estación meteorológica del INTA Delta, ubicación 'Cuchilla'. Para estimar la acumulación de BM a través del tiempo y su tasa (TA) se empleó el enfoque de Kunst et al. (2012). Se realizó un análisis de la varianza con BM como variable dependiente; especie y área de muestreo como variables independientes. La profundidad de napa

fue utilizada como covariable. 'Especie' representa las características intrínsecas de cada una, 'área de muestreo' la variación espacial debida a características de suelo y distancia a canales, etc., y la napa las condiciones de reducción-oxidación debidas a la saturación con agua. Los factores de variación no significativos fueron removidos del análisis. Los datos de TA observados para cada especie y fecha fueron correlacionados con variables ambientales para establecer relaciones útiles para el manejo de fuego. Se utilizó para el análisis el coeficiente de correlación de Kendall para el análisis (Conover 1980). Para estimar el tiempo en años necesario para llegar a un 'estado estable' en la acumulación de BM) fueron ordenados en función del tiempo desde el último fuego y se ajustaron a las ecuaciones propuestas por Botequim et al. (2015) y Gould et al. (2011). Los datos de campo (BM, CH, curado) fueron introducidos en los sistemas expertos BEHAVE PLUS Release 5.05 (Heinsch et al. 2010, modelo gr9) y McArthur Grassland Mk 5 Fire Meter (McArthur 1973), para simular comportamiento de fuego (Fernandes et al. 2003). Las características del modelo gr9 fueron las siguientes: altura máxima de matas: 1.8 m; carga de combustible máxima: 10000 kg MS\*ha<sup>-1</sup>, CH de extinción: 40 %. Se empleó la velocidad de viento observada en el área de estudio, estimada en 20 km\*h<sup>-1</sup>. Para la estimación del comportamiento de fuego, el CH de tejido verde (combustible herbáceo vivo) y seco (CH de 1 hora de tiempo de retardo) fueron los observados en el terreno. Para las simulaciones se emplearon sólo los días con CH de tejido seco < 35 %. El sistema Mk 5 posee la ventaja de que está desarrollado para 'pajonales'. Se introdujeron datos de curado, temperatura del aire promedio (°C), humedad relativa del aire (%), velocidad de viento y carga de combustible observados en el terreno para los días con curado > 50 %; para dos cargas de combustible: 10000 y 20000 kg MS\*ha<sup>-1</sup>.

## Resultados

Durante todo el año, los pajonales y juncuales poseen partes verdes con alto contenido, y partes secas con bajo contenido de agua. Se distinguen dos etapas en la dinámica de BM: la etapa 2012 y la etapa 2013-14 (Figura 1.). En la primera, BM estuvo por debajo de los 3000 kg Ms\*ha<sup>-1</sup>. En la segunda etapa, BM alcanzó los 15.000 kg MS\*ha<sup>-1</sup>. Especie y frecuencia de corte no fueron significativos. La profundidad de napa tuvo un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) sobre la BM promedio final en los dos ciclos, siendo el signo de la pendiente asociada a esta variable negativa.

Los análisis de correlación indican una influencia significativa y negativa de la profundidad de napa con TA y significativa y positiva con la temperatura media. TA fue mínima y/o casi nula en épocas de bajas temperaturas (invierno), o cuando la napa freática estaba por arriba del nivel del suelo; y máxima en primavera y verano, con valores cercanos a 300 kg MS\*ha<sup>-1</sup>\*día<sup>-1</sup>. Luego de un fuego, la carga de combustible verde y seco en pie se acumula rápidamente, pero la magnitud de la carga varía de acuerdo a la especie y el tiempo transcurrido desde el fuego. Las ecuaciones utilizadas predicen que en el 'estado estable' la acumulación estaría entre los 15000-30000 en un período de 7-8 años teniendo en cuenta tejido seco y verde. La proporción de mantillo decrece con tiempo, pero la de tejido seco en pie aumenta con el tiempo desde el último fuego, indicando un gran potencial de fuego a partir de los 5-6 años. La CH promedio anual del tejido verde vivo, fue de 238 %, con extremos entre 400 % y 118 %, con una variación entre estaciones climáticas. La máxima CH del tejido verde se presentó en verano y la mínima a fines de invierno-principios de primavera. La CH del tejido seco fue menos variable, con un promedio de 51 %, un máximo de 143 % en el invierno y un mínimo de 5% en la primavera, respectivamente, sin presentar un patrón definido durante el año. Durante el período de muestreo, la frecuencia de días con riesgo de fuego alto y medio considerado CH del tejido seco fue 83%. El sistema BEHAVE predijo una longitud de llamas de hasta 1,2 m y una velocidad de avance de hasta 6 m\*min<sup>-1</sup> (=0,360 km\*h<sup>-1</sup>) para las condiciones climáticas y carga de combustible seleccionadas. Este tipo de fuegos se consideran de baja a moderada intensidad y de facilidad relativa para su control. El umbral crítico comienza a partir de CH < 15 % de tejido seco, donde se observa un salto brusco desde 0,6-0,7 m a 1,2 m de longitud de llama y de < 3 m\*min<sup>-1</sup> a 6 m\*min<sup>-1</sup> de velocidad de avance. Durante el año, las fechas de ocurrencia de CH seco menores a 15 % son más frecuentes entre setiembre y octubre.



**Figura 1.** Dinámica de la acumulación de biomasa aérea de una comunidad mixta de *Scirpus giganteus* y *Schoenoplectus californicus*, tasa de acumulación y de napa freática. Curva compuesta de frecuencias de cosecha de 15 y 30 días

El sistema MK<sub>5</sub> (Tabla 1) predice prácticamente no actividad de combustión por debajo de un curado  $\geq 50$  % en cualquier situación de temperatura, HR y velocidad de viento.

Tabla 1. Predicciones de comportamiento de fuego según sistema Mark 5 para los días con curado  $\geq 50$  y cargas de combustible =20.000 kg MS.ha<sup>-1</sup> Datos climáticos Observatorio Meteorológico INTA Delta.

Fecha	Curado	Temperatura máxima (oC)	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad de viento máxima (km*h-1)	Índice de peligro	Velocidad de avance (m*min)	Altura llama (m)
29/10/2012	50	23.9	97	45	0	0	0
15/06/2013		17.1	83	20	0	0	0
15/07/2013		17.8	69	15.1	0	0	0
07/06/2012		10.9	67	15.8	0	0	0
15/05/2013		17.2	73	34.9	0	0	0
30/11/2013	60	32.2	57	22.3	5	0.66	3
30/12/2013		38.5	58	13.7	6	0.75	3
05/09/2012		15.1	95	33.1	0	0	0
29/09/2012	70	27.5	69	23.4	18	2.39	6
30/10/2013		28.6	59	27.7	27	3.47	8
30/09/2013	80	16.8	76	26.3	17	2.22	6
15/08/2013	85	17.6	53	33	50	6.49	10
30/09/2013		16.8	76	26.3	24	3.13	7
30/10/2013		28.6	59	27.7	56	7.22	10.5
25/09/2012	90	27.5	69	23.4	49	6.36	9

A partir de un umbral de curado  $\geq 60\%$ , para ambas cargas el sistema predice un comportamiento de fuego que aumenta en peligrosidad y dificultad de control para diversas situaciones climáticas, especialmente en aquellas de alta temperatura y HR media. En este estudio, la mayor densidad aparente se observa a los 60-80 cm de altura desde el suelo, sugiriendo que la compactación del combustible y la casi permanente humedad del mismo cerca del suelo van a generar fuegos donde el frente avanza por las capas media y superior, sin tocar casi la capa inferior, o haciéndolo solamente en condiciones meteorológicas extremas. Las cargas de combustible observadas superan ampliamente los umbrales sugeridos para realizar quemas prescriptas para reducir el peligro de fuego en pastizales y sabanas del mundo. La acumulación de combustible en el Delta es casi permanente, y solo se detiene en épocas de bajas temperaturas y/o con napa alta. El fuego se propaga por un combustible que posee partes vivas y partes secas en misma planta, y ese hecho hace difícil la predicción del comportamiento del fuego empleando sistemas expertos e índices que consideran que el mismo se propaga por combustibles compuestos solo por material muerto, como el BEHAVE o índices basados en el equilibrio de agua entre el aire y combustibles muertos (Yebra et al. 2007).

### Agradecimientos:

Esta investigación se financió con el Proyecto PIA 10028, Manejo Sustentable de Recursos Naturales BIRF LN 7520 AR Componente 2, 'Plantaciones Forestales Sustentables'. Al Consorcio Delta, que facilitó personal e infraestructura: Oasis, de la firma Alto Paraná y Forestando Delta, Ing. Gustavo Nassar; Carabelas de la firma Papel Prensa; Sr. Arcaute; Don Pedro del Sres. José y Luis Cosentino y Nuestra Señora de los Milagros (DER, Alto Paraná). Agradecemos al Dr. C. Di Bella e Ing. Agr. MSc. M.E. Beget, Instituto Clima y Agua -INTA Castelar y al Ing. Ftal. M. Danna y R. Landó.

### Bibliografía Citada

- Anslow. R.; Green J. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal of Agriculture Science, Cambridge* 68: 109-122.
- Bianchi L, Defossé G.; [y otros] 2014. Dinámica de la humedad de los combustibles y su relación con la ecología y el manejo de fuego en la región chaqueña occidental (Argentina) I: conceptos básicos. *RIA* 40: 154-164.
- Botequim B. [y otros] 2015. A model of shrub biomass accumulation as a tool to support management of Portuguese forests. *iForest* 8: 114-125.
- Conover W. 1980. *Practical nonparametric statistics*. J. Wiley and Sons, N. Y. 494 p.
- Fernandes P.; Botelho H. 2003. A review of prescribed fire effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wildland Fire* 12: 117-128.
- Gould J., McCaw W.; Cheney N. 2011. Quantifying fine fuel dynamics and structure in dry eucalypt forest (*Eucalyptus marginata*) in Western Australia for fire management. *For. Ecol Manage* 262: 531-546.
- Heinsch F., Andrews P. 2010. BehavePlus fire modeling system, version 5.0: Design and Features. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-249. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. <https://www.frames.gov/partner-sites/behaveplus/software-manuals/>
- Kandus P. 2009. Incendios en el Delta del Río Paraná, Argentina: análisis ecológico sobre el sector de islas frente a las localidades de Zárate, Baradero y San Pedro. Informe Técnico, 50 p.
- McArthur A. 1973. Grassland Fire Danger Meter Mk IV. Bush Fire Council of N.S.W. Officer Training Module CL/4 - Fire Behaviour Second Edition. [http://www.firebreak.com.au/mcarthur\\_meter.html](http://www.firebreak.com.au/mcarthur_meter.html)
- Rosa, I.; Pereira, J.; Tarantola, S. 2011. Atmospheric emissions from vegetation fires in Portugal (1990-2008): estimates, uncertainty analysis and sensitivity analysis. *Atmos. Chem. Phys.* 11: 2625-2640.
- Salvia M. [y otros] 2012. Post fire effects in wetland environments: landscape assessment of plant coverage and soil in the Paraná river Delta marshes, Argentina. *Fire Ecology* 8: 17-37.
- Scott, J.; Reinhardt, E. 2001. Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior. Res. Pap. RMRS-RP-29. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 59 p.
- Yebra, M.; [y otros]. 2007. Fuel moisture estimation for fire ignition mapping. Consultado 18/5/2015 en: <http://www.geogra.uah.es/~firemap/pdf/YebraWildfire2007.pdf>

## Dinámica de la humedad de la vegetación en pastizales del noroeste de la Patagonia Argentina

Facundo J. Oddi<sup>1\*</sup>; Luciana Ghermandi<sup>2</sup>; Lucas Bianchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IRNAD (UNRN Sede Andina); <sup>2</sup> INBIOMA (CONICET - Universidad Nacional del Comahue); <sup>3</sup> IANIGLA (CCT CONICET Mendoza).

\*Autor de correspondencia: [foddi@unrn.edu.ar](mailto:foddi@unrn.edu.ar)

### Resumen

El contenido de humedad de la vegetación es un parámetro crítico en la evaluación del peligro de incendios. Si bien se ha avanzado en comprender su rol en el comportamiento del fuego y en su estimación por teledetección, poco esfuerzo se ha dedicado a modelar su variabilidad temporal y espacial. Nuestro objetivo fue modelar la dinámica del contenido de humedad del combustible vivo (CHCV) en pastizales del NO de la Patagonia. Desde noviembre a febrero del 2013-2014, cada 15 días, tomamos muestras de biomasa verde en dos sitios de diferente grado de aridez separados por 60 km y determinamos su contenido de humedad. Mientras el sitio húmedo (SH; 580 mm.año<sup>-1</sup> de Pp.) representa una estepa herbácea dominada por el coirón *Festuca pallescens*, el sitio xérico (SX; 250 mm.año<sup>-1</sup>) corresponde a una estepa arbustiva dominada por el coirón *Pappostipa speciosa* y los arbustos *Mulinum spinosum* y *Senecio filaginoides*. En cada sitio establecimos tres parcelas (500 m de lado) y dentro de cada una localizamos tres puntos en los que cosechamos 100 g de combustible vivo (de *F. pallescens* en el SH y de *P. speciosa*, *M. spinosum* y *Senecio* sp en el SX). Evaluamos la dinámica del CHCV a partir de un modelo de efectos mixtos controlando la estructura espacial de los datos, con autocorrelación temporal, y con modelado de la varianza. El CHCV disminuyó desde noviembre a febrero y fue diferente entre coirones y arbustos. Los arbustos comenzaron con un CHCV del 245% y terminaron con un 70%. En cambio, el CHCV de los coirones fue más estable y siempre menor al de arbustos variando entre el 65% y el 20%. La curva temporal del CHCV fue similar entre las dos especies arbustivas pero difirió entre *F. pallescens* (SH) y *P. speciosa* (SX). La variabilidad del CHCV fue mayor en los arbustos y disminuyó con el tiempo. Los resultados pueden ser atribuidos a las diferentes estrategias de uso del agua y a diferencias morfológicas entre las especies. Modelar correctamente la variabilidad del CHCV y conocer la eco-fisiología de la vegetación especies y puede aportar herramientas valiosas al manejo del fuego.

**Palabras Clave:** *Festuca pallescens*, peligro de incendios, coirón

### Introducción

El contenido de humedad de la vegetación es un factor crítico al evaluar el peligro de incendios forestales. En particular, el contenido de humedad del combustible vivo (CHCV) regula la probabilidad de ocurrencia y la capacidad de propagación del fuego (Chuvieco et al., 2002). El CHCV se caracteriza por una dinámica estacional regulada por factores fisiológicos y fenológicos asociados a la estacionalidad climática (Castro et al., 2003). Por otro lado, debido a la heterogeneidad ambiental, la humedad del combustible es espacialmente variable. En consecuencia, la dependencia temporal y espacial del CHCV determina que el peligro de incendios no sea uniforme en el tiempo ni en el espacio.

En los últimos años ha habido un avance significativo en el desarrollo de métodos de estimación del CHCV mediante datos satelitales. Esto ha facilitado enormemente la estimación operativa del contenido de humedad de la vegetación. Sin embargo, se ha dedicado poco esfuerzo a modelar su variabilidad temporal y espacial (Castro et al., 2003) y ello ha contribuido a que la dinámica del contenido de humedad sea pobremente comprendida (Nelson, 2001). Este vacío de información podría deberse a que al ser temporal y espacialmente variable, el tratamiento estadístico del CHCV presenta cierta complejidad. Una de las maneras de abordar su análisis es utilizar modelos de efectos mixtos (o jerárquicos) ya que permiten incorporar diferentes estructuras de variabilidad en

los datos (Zuur et al., 2009). En este contexto, nuestro objetivo fue modelar la dinámica del contenido de humedad del combustible vivo (CHCV) en pastizales del NO de la Patagonia, una región donde los incendios son un disturbio frecuente (Oddi & Ghermandi, 2016).

### Materiales y Métodos

El área de estudio se encuentra en el noroeste de la Patagonia extra-Andina, al este la ciudad de Bariloche. Presenta un clima semiárido y un régimen de precipitaciones de tipo Mediterráneo, con inviernos fríos y lluviosos, y veranos secos y templados. Las precipitaciones anuales disminuyen abruptamente en sentido oeste-este. El gradiente climático es acompañado por un cambio en la vegetación desde estepas herbáceas a estepas arbustivas. Hacia el Oeste, la vegetación forma una matriz de gramíneas perennes dominada por *Festuca pallescens* (St. Yves) Parodi, *Pappostipa speciosa* (Trin. and Rupr.) Romasch, *Pappostipa humilis* (Cav.) y *Poa ligularis* Nees ap. Stendel. En esta matriz se encuentran arbustos de *Mulinum spinosum* (Cav.) Pers. y *Senecio bracteolatus* Hook et Arnott. (Soriano, 1956). En el sector Este la cobertura es menor y las especies dominantes son la gramínea perenne *Pappostipa speciosa* y por los arbustos *M. spinosum* y *Senecio filaginoides* DC.

El muestreo lo realizamos entre el 13 noviembre de 2013 y el 10 de febrero de 2014 (80 días) y dentro de este período medimos el CHCV en siete fechas ( $\approx$  cada 15 días). Muestreamos dos sitios climática y fisonómicamente diferentes, distanciados a 60 km a lo largo del gradiente de precipitación oeste-este. El sitio húmedo (SH;  $585 \text{ mm año}^{-1}$ ), ubicado al oeste, es una estepa herbácea y el sitio xérico (SX;  $264 \text{ mm año}^{-1}$ ), localizado al este, es una estepa herbáceo-arbustiva. Mientras que en el SH la cobertura de arbustos es menor al 5% de la cobertura total, en el SX representa el 60 % de la misma. Acorde a ello, en el SH medimos el CHBV de los coirones y en el SX registramos el de los coirones, el de *M. spinosum* y el de *S. filaginoides* (los dos arbustos dominantes) obteniendo de esta forma un diseño experimental anidado (los arbustos están solo en el SX). En cada sitio establecimos tres parcelas cuadradas en correspondencia con píxeles del sensor MODIS (500 m de lado). La distancia entre parcelas de un mismo sitio fue de unos dos km y las establecimos sobre zonas planas. En cada parcela seleccionamos aleatoriamente tres puntos por fecha en los que, para cada tipo de vegetación evaluado, recolectamos  $\approx 100 \text{ g}$  de material verde que provino de las cuatro plantas más cercanas al punto ( $n = 252$ : 1 tipo de vegetación por 3 sectores por 3 parcelas en el SH, más 3 tipos de vegetación por 3 sectores por 3 parcelas en el SX, por 7 días de muestreo). Este diseño nos permitió comparar entre grupos funcionales dentro de un mismo sitio (arbustos y coirones dentro del SX) y el mismo grupo funcional entre sitios con diferente aridez (coirones). El material cortado (entre 12:00 y 16:00 lo colocamos en recipientes herméticos y lo transportamos al laboratorio para pesarlo húmedo. Luego, lo secamos en estufa (48 h a  $80^\circ\text{C}$ ) y obtuvimos su peso seco. El CHCV lo expresamos en relación al peso de la biomasa seca ( $\text{CHCV} = 100 \times (\text{Peso Seco} - \text{Peso Húmedo}) / \text{Peso Seco}$ ).

La dinámica del CHCV la modelamos aplicando modelo de efectos mixtos con errores correlacionados en el tiempo y función de varianza (Bates & Piñeiro, 2000). Las variables regresoras fueron la vegetación (predictor categórico con 4 niveles: coirón en el SH, coirón en el SX, *M. spinosum*, y *S. filaginoides*) y el tiempo (predictor cuantitativo). Teniendo en cuenta el anidamiento espacial del diseño de muestreo, asumimos la parcela como factor aleatorio. Para ajustar el modelo utilizamos la función *lme* del paquete nlme (Pinheiro et al., 2016) del paquete estadístico R. Para modelar la auto-correlación temporal probamos estructuras ARMA con diferentes "lags" y ventanas móviles (Pinheiro et al., 2016). Para modelar las varianzas evaluamos las funciones *varIdent*, *varPower*, *varConstPower*, *varExp*, *varComb(varIdent, varPower)*, *varComb(varIdent, varPower)* (Pinheiro y Bates, 2000). Finalmente, seleccionamos el modelo que obtuvo el mejor ajuste según el Criterio de Información de Akaike (AIC).

### Resultados

El mejor ajuste lo presentó el modelo ARMA (1, 1) con *varComb(varIdent, varExp)* como función de varianza (Fig. 1). Este modelo puede ser expresado como (Gelman & Hill, 2007):

$\text{CHCV}_i \sim \text{N}(\mu_i, \sigma_i^2)$  correlación temporal ARMA (1,1)

$$\sigma_i^2 = [\sigma_{\text{base}} \text{CSH}_i + \sigma_{\text{base}} \delta_1 \text{CSX}_i + \sigma_{\text{base}} \delta_2 \text{SM}_i + \sigma_{\text{base}} \delta_3 \text{SS}_i]^2 \exp[\delta_4 T_i]$$

$$\mu_i = \beta_{0[j]} + \beta_1 T_i + \beta_2 \text{CSX}_i + \beta_3 \text{SM}_i + \beta_4 \text{SS}_i + \beta_5 (\text{T:CSX})_i + \beta_6 (\text{T:SM})_i + \beta_7 (\text{T:SS})_i$$

$$\beta_{0j} \sim \text{N}(\mu_{\beta_0}, \sigma_{\beta_0}^2)$$

donde

$i = 1, 2, \dots, 252$  mediciones

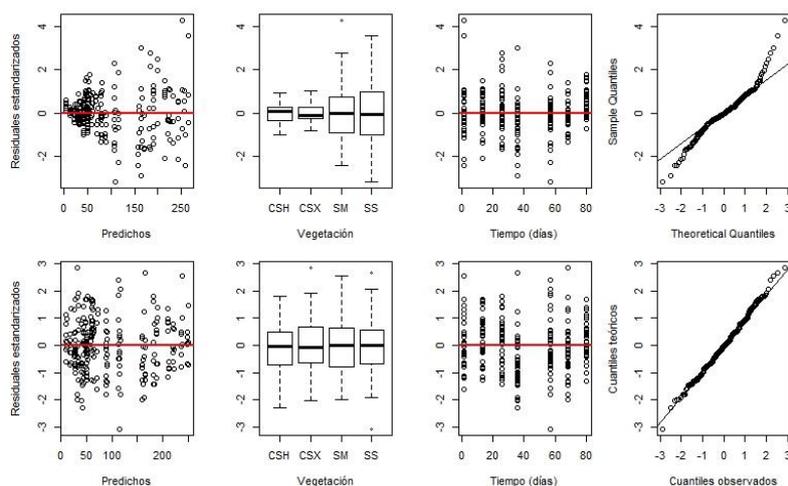
$j = 1, 2, \dots, 6$  parcelas

**CHCV** es el contenido de humedad del combustible verde. **T** es el tiempo en días desde la primer medición, es decir el 12 de noviembre de 2013. La vegetación es un predictor categórico con cuatro niveles: coirones SH (**CSH**), coirones SX (**CSX**), arbusto *M. spinosum* (**SM**), y arbusto *S. filaginoides* (**SS**).

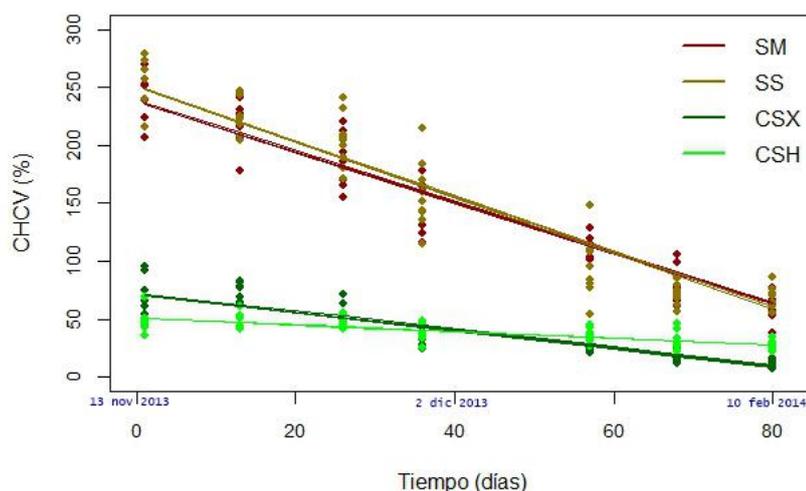
El CHCV disminuyó desde noviembre a febrero y fue diferente entre coirones y arbustos (Fig 2). Los arbustos comenzaron con un CHCV promedio del 24,5% y finalizaron el período de estudio con un 70%. En cambio, el CHCV de los coirones fue más estable, es decir una velocidad de secado más lenta, y siempre menor al de arbustos, variando entre el 65% y el 20%. La curva temporal del CHBV fue similar entre las dos especies arbustivas pero difirió entre *F. pallescens* (SH) y *P. speciosa* (SX). *F. pallescens* comenzó con un CHCV de 50,9% y su cambio fue de  $-0,29\%$  día<sup>-1</sup> siendo estos valores de  $71,4\%$  y  $-0,77\%$  día<sup>-1</sup> para *P. speciosa*. En el caso de los arbustos, el CHBV inicial fue de 238,1% en *M. spinosum* y de 251% en *S. filaginoides* con cambios de  $-2,17\%$  día<sup>-1</sup> y  $-2,38\%$  día<sup>-1</sup>, respectivamente. La variabilidad del CHCV fue tres veces mayor en los arbustos y disminuyó exponencialmente con el tiempo. La variabilidad del CHCV entre parcelas fue ocho veces más baja que la variabilidad dentro de parcelas.

## Discusión y Conclusiones

En ecología, tradicionalmente, las variables con estructura espacial y temporal han presentado dificultades para su análisis debido a la falta de independencia y heterocedasticidad. No obstante, esta característica es intrínseca de los datos ecológicos que al incorporarse a los modelos estadísticos mejora la comprensión del problema bajo estudio (Liebhold & Gurevitch, 2002). En este trabajo modelamos el CHCV de los dos principales grupos funcionales de las estepas de la Patagonia considerando la estructura espacio-temporal de los datos. Además, al modelar las varianzas, flexibilizamos el supuesto de homocedasticidad de los modelos lineales generales. En efecto, la mayor variabilidad del CHCV de los arbustos respecto a la de los coirones fue incorporada explícitamente al modelo y esto nos permitió no sólo aplicar un modelo estadístico válido sino capturar un rasgo de interés ecológico. En Patagonia se ha encontrado que el estatus hídrico de los arbustos es más variable que el de los coirones, lo que podría asociarse a que la disponibilidad de agua edáfica es homogénea en el tiempo para los coirones (Golluscio & Oesterheld, 2007). Adicionalmente, los modelos jerárquicos permiten comparar la variabilidad entre grupos y entre observaciones dentro de un mismo grupo (Gelman & Hill, 2007). La variabilidad dentro de las parcelas fue mucho mayor que entre parcelas y esto tiene implicancias en el diseño de muestreo para el monitoreo de la humedad de la vegetación utilizando imágenes satelitales. El tamaño de parcela que utilizamos se corresponde con píxeles de imágenes MODIS (500 m), las cuales han sido ampliamente utilizadas para este tipo de estudios. Dado que la variabilidad es mucho más alta entre observaciones dentro de la parcela que entre parcelas en el caso de utilizar imágenes de baja resolución espacial sería más importante priorizar el muestreo dentro de píxeles a costa de evaluar una menor cantidad de éstos. Yebra et al. (2013) plantean que este tipo de información es clave para establecer protocolos de muestreo que faciliten el desarrollo de métodos de estimación mediante sensores remotos.



**Figura 1.** Análisis de residuales para evaluar la validez del modelo ajustado. Los cuatro gráficos superiores corresponden a un modelo que supone independencia de errores y homogeneidad de varianzas mientras que los cuatro inferiores derivan del modelo ajustado. De izquierda a derecha, se puede observar como el modelo ajustado corrige la heterogeneidad de varianzas (gráficos de residuales en función de ajustados y en función de la vegetación), la autocorrelación temporal (gráficos de residuales en función del tiempo) y la falta de normalidad (gráficos Q-Q).



**Figura 2.** Dinámica del CHCV durante el periodo de análisis. El eje x representa el número de días desde la primer medición (13-11-2013) y las líneas representan los valores predichos por el modelo para cada tipo de vegetación (**SM**: *M. spinosum*, **SS**: *S. filaginoides*, **CSX**: coirón sitio xérico, **CSH**: coirón sitio húmedo).

La dinámica del CHCV fue acorde a lo esperado para una región con clima de tipo Mediterráneo. Tanto en arbustos como en coirones, el máximo CHCV se observó al comienzo del estudio y disminuyó de manera sostenida acompañando el aumento de déficit hídrico que ocurre en la región desde primavera a verano. Consecuentemente, dada la alta correlación entre el crecimiento del pastizal y el CHCV (Tucker, 1977) el pico de producción del combustible habría ocurrido antes de comenzar el muestreo. También era esperable que el CHCV de los arbustos haya sido siempre mayor al de los coirones. Esto se debe a que los arbustos pueden acceder al agua de las capas más profundas del perfil edáfico (Sala et al., 1989), la cual, a diferencia del agua superficial que utilizan los coirones, está disponible casi todo el año (Sala et al., 1989). Un resultado no esperado fue el mayor CHCV de los coirones en el SX durante la primer mitad del estudio (Fig. 2). Esto podría deberse a que *P. speciosa* posee características morfológicas que le brindan mayor protección contra la sequía (por ejemplo, su lamina muy es convoluta) que a *F. pallescens* y que cuando el déficit hídrico aún no es severo el CHCV es mayor en el sitio más árido.

En conclusión, la variabilidad espacio-temporal del CHCV que observamos puede ser atribuida a las diferentes estrategias de uso del agua y a diferencias morfológicas entre las especies. Utilizando como caso de estudio los pastizales del noroeste de la Patagonia, mostramos que modelar adecuadamente la dinámica del CHCV y conocer la eco-fisiología y fenología de la vegetación puede aportar herramientas valiosas al manejo del fuego.

### Bibliografía Citada

Castro, F.X., Tudela, A., Sebastià, M.T. 2003. Modeling moisture content in shrubs to predict fire risk in Catalonia (Spain). *Agricultural and Forest Meteorology* 116, 49-59.

Chuvieco, E., Riaño, D., Aguado, I., et al. 2002. Estimation of fuel moisture content from multitemporal analysis of Landsat Thematic Mapper reflectance data: applications in fire danger assessment. *International Journal of Remote Sensing* 23 (11), 2145-2162.

Gelman, A., Hill, J. 2007. *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge, University Press.

Golluscio, R.A., Oesterheld, M. 2007. Water use efficiency of twenty-five co-existing Patagonian species growing under different soil water availability. *Oecologia* 154, 207-217.

Liebhold, A.M., Gurevitch, J. 2002. Integrating the statistical analysis of spatial data in ecology. *Ecography* 25, 553-557.

Nelson, R.M. 2001. Water Relations of Forest Fuels. In: E.A. Johnson, E.A., Miyanishi, K (Eds), *Forest fires: behavior and ecological effects*. Academic Press, San Diego, Calif. pp. 79-149.

Oddi, F.J., Ghermandi, L. 2016. Fire regime from 1973 to 2011 in north-western Patagonian grasslands. *International Journal of Wildland Fire* (en prensa: <http://dx.doi.org/10.1071/WF15211>).

Pinheiro, J.C., Bates, D.M. 2000. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. New York, Springer-Verlag.

Pinheiro, J.C., Bates, D.M., DebRoy, S., et al. R Core Team. 2016. *\_nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models\_*. R package version 3.1-126, URL: <http://CRAN.R-project.org/package=nlme>.

Sala, O.E., Golluscio, R.A., Lauenroth, W.K., Soriano, A. 1989. Resource partitioning between shrubs and grasses in the Patagonian steppe. *Oecologia* 81, 501-505.

Soriano, A. 1956. Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista Investigaciones Agropecuarias* 10, 323-347.

Tucker, C.J. 1977. Spectral estimation of grass canopy variables. *Remote Sensing of Environment* 6 (1), 11-26.

Yebra, M., Dennison, P.E., Chuvieco, E., et al. 2013. A global review of remote sensing of live fuel moisture content for fire danger assessment: Moving towards operational products. *Remote Sensing of Environment* 136, 455-468.

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N., et al. 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York.

## Breve estudio de caso del incendio de Las Horquetas, Cholila, Provincia de Chubut

Vanina Strobl<sup>1\*</sup>, Gabriel Zacconi<sup>2</sup>, Ezequiel Marcuzzi<sup>2</sup>, Mariela Ledesma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio Provincial de Manejo del Fuego. Subsecretaría de Bosques de la Provincia de Chubut.; <sup>2</sup>Servicio Nacional de Manejo del Fuego. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.

\*Autor de correspondencia: [fitzroy\\_va@hotmail.com](mailto:fitzroy_va@hotmail.com)

### Resumen

El día 16 de febrero de 2015, se detectó una columna de humo en cercanías de las nacientes del río Tigre, próximo al lago Cholila en el noroeste de la Provincia del Chubut. El foco ígneo que produjo dicha columna de humo, y que aún es causa de investigación, originó el incendio Las Horquetas, el cual afectó aproximadamente unas 28 mil hectáreas. Este incendio se caracterizó por ser, uno de los más importantes en los últimos 100 años en la región de los Bosques Andinos Patagónicos, debido al comportamiento extremo que presentó desde su detección, y a la cantidad de recursos afectados al combate. Durante la temporada de incendios 2014 – 2015, la región se caracterizó por escasa o nula precipitación, altas temperaturas, baja humedad relativa y eventos de vientos fuertes. Estas condiciones meteorológicas, sumado a la floración masiva de la caña coligue, completamente seca en ese momento, provocó una alta disponibilidad de los combustibles y gran facilidad de ignición. Es posible que la ocurrencia de Descargas Eléctricas Atmosféricas (DEA) durante los primeros días de febrero en la zona, pueda asociarse a una potencial fuente de ignición del incendio. La lejanía e inaccesibilidad al sitio del foco de inicio por la complejidad del terreno, sus pendientes escarpadas y de elevada altitud, hacen presumir que se descarte la ignición por causas humanas. En este trabajo se analizaron las variables meteorológicas de la estación Cholila del Servicio Provincial de Manejo del Fuego de Chubut, los índices de peligro de incendios del FWI, y las variables de comportamiento del fuego. A través del Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF), se solicitaron datos sobre la ocurrencia de actividad eléctrica atmosférica del mes de febrero al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) del Ministerio de Defensa. Por otra parte, se analizaron los principales incrementos de avance del fuego en todas las áreas afectadas mediante el uso de distintas herramientas satelitales. El análisis conjunto de todas estas variables generó información relevante que permite mejorar la predicción del comportamiento de eventos de fuego de gran desarrollo.

**Palabras Clave:** comportamiento extremo; descargas eléctricas atmosféricas; variables de comportamiento.

### Introducción

El noroeste de la Provincia de Chubut se ha caracterizado por la ocurrencia de grandes incendios forestales en el siglo pasado (Rothkugel 1916). Esta frecuencia, que fue de 100 a 300 años en el pasado, es actualmente de 10 a 20 años, debida principalmente al aumento de la población (Goldammer et al. 1997).

La caña coligue es una especie clave en la dinámica de los bosques del sur de Chile y el norte de la Patagonia. A intervalos largos (30 a más de 70 años) florece en forma sincronizada durante un período de dos a tres años y muere masivamente sobre grandes áreas (Veblen 1982; Pearson et al. 1994; González et al. 1999). Esta mortalidad masiva, seguida de una descomposición lenta, incorpora a los bosques una enorme cantidad de combustible seco que puede perdurar por cuatro o cinco años luego del florecimiento. Por otro lado, cuando el florecimiento masivo coincide con años de escasa precipitaciones, el riesgo de incendios aumenta críticamente.

El Índice Meteorológico de Peligro de Incendios (FWI) es la herramienta técnica para tomar decisiones operativas concernientes a la prevención, presupresión y supresión de incendios forestales. Este índice es un subsistema de un complejo "Sistema de Evaluación de Peligro" de

origen canadiense, utiliza variables meteorológicas diarias: temperatura, humedad relativa, viento y precipitación. El FFMC (código de sequía de combustible fino) es indicador de la facilidad de ignición y la probabilidad de ocurrencia diaria de focos. El DMC (código de humedad del mantillo) representa la disponibilidad de combustibles en una profundidad moderada y de combustibles medios superficiales, y la probabilidad de ocurrencia de focos por rayos. El ISI (índice de propagación inicial) es indicador de la rapidez con la que se propagará el fuego una vez originado el fuego y utilizado para la asignación de recursos de ataque inicial. El BUI (código de carga disponible) es indicador de la disponibilidad de los combustibles para la combustión. El FWI (índice meteorológico final), que combina el ISI con el BUI, es indicador de la intensidad de línea, y por lo tanto, de la posibilidad de efectuar un ataque directo (Dentoni & Muñoz 2000).

El día 16 de febrero de 2015 a las 14,40 hs un poblador da aviso de una columna de humo en cercanías a las nacientes del río Tigre, próximo a la localidad de Cholila al noroeste de la Provincia de Chubut. El foco ígneo originaría el incendio Las Horquetas que se mantuvo activo durante 49 días afectando aproximadamente 28000 has de bosque nativo y provocando daños materiales. Durante el evento, las condiciones climáticas se caracterizaron por días calurosos, bajos valores de humedad relativa (10% el día de la detección) con vientos moderados a regulares (Estación Boca del Tigre). Estas condiciones provocaron comportamiento extremo durante el periodo analizado en este trabajo. Las velocidades de propagación, alturas de llamas y desarrollo de columnas convectivas fueron características propias de tormentas de fuego.

Durante la evolución de este incendio se consolidó un equipo de técnicos interinstitucional encabezado por la Unidad de Planificación del SPMF de Chubut, conformado por 13 técnicos de 6 instituciones diferentes. Esto habilitó puntos de observación en distintos lugares del incendio para la toma de variables meteorológicas cada una hora y ajustes horarios del FWI para proyectar el comportamiento y avance del fuego, facilitando la definición de estrategias y tácticas de supresión a los jefes operativos. Asimismo resultó un elemento significativo para garantizar la seguridad del personal de línea.

En el siguiente trabajo se analizará el comportamiento del fuego durante los primeros 10 días de detectado el fuego.

#### *Objetivo General*

- Realizar un análisis de comportamiento del incendio Las Horquetas durante los principales eventos de corridas de fuego.

#### *Objetivos específicos*

- Analizar los indicadores de peligro desde el día de detección del incendio y su comportamiento asociado a las condiciones meteorológicas previas y durante los días de mayor actividad de fuego.
- Analizar los umbrales de comportamiento del fuego de acuerdo al comportamiento diario del fuego.

#### **Datos y Metodología**

Para el análisis de la evolución del estado de los combustibles disponibles, se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas del Aeropuerto Esquel y Golondrinas del SPMF. La evolución de la sequía de los combustibles consiste en seguimiento del BUI, una curva que representa la evolución media del BUI, una curva que traza los máximos históricos para cada época de la temporada y finalmente la curva de evolución de la temporada en curso

Se solicitó la ocurrencia de actividad eléctrica atmosférica del mes de febrero al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) del Ministerio de Defensa.

Se analizaron las variables meteorológicas desde el 16 al 26 de febrero del año 2015 de las estaciones meteorológicas de Cholila Aero del SPMF y Boca del Tigre (propiedad de Lipzig), para los

días del 2 al 04 de febrero, y desde el 16 al 21 de febrero. De la misma forma se analizaron los datos registrados durante el incendio en distintos puntos de observación: Cisterna de B° San Esteban, Tapera de Doña Juana, A° Pedregoso y Pedregoso (cabeza del incendio).

Para el análisis de comportamiento, se seleccionaron dos períodos significativos debido a la rápida propagación del fuego. El primer periodo desde el 16 al 19 de febrero y el segundo período, del 21 al 26 de febrero. Para esto se tomaron los datos de la estación Boca del Tigre para el primer período y para el segundo, Boca del Tigre para el día 21 y para el resto, Cisterna, A° Pedregoso y Pedregoso (cabeza) para el segundo.

Con los datos meteorológicos de la 12 hs local se calculó el FWI para los días con mayor actividad de fuego y se realizaron los ajustes horarios de estos índices para asociarlos a los umbrales de comportamiento de fuego FWI. Para el primer periodo analizado, los datos meteorológicos utilizados son de la estación Boca del Tigre ya que son representativos del lugar donde se encontraba el fuego en ese momento. Para este ajuste horario se tomó como valor de viento las ráfagas registradas cada una hora. Con respecto al segundo periodo, se usaron las variables meteorológicas de la estación Boca del Tigre para el día 21, y en el resto de los días los datos meteorológicos se corresponden a los puntos de observación Cisterna de B° San Esteban y A° Pedregoso.

Para completar el análisis, se determinó la presencia del patrón sinóptico presente a lo largo de los períodos analizados, a través de los pronósticos meteorológicos recibidos durante el transcurso del incendio.

Por otro lado, aunque el incendio continuó en diversos sectores hasta el 04 de febrero, las características del comportamiento presentado no se analizaron en el presente trabajo.

## Resultados

### *Condiciones previas*

La evolución del BUI para la temporada 2014 – 2015, en las estaciones Esquel Aero y Golondrinas se incrementa desde noviembre de 2014. En enero de 2015 no se registraron precipitaciones y la curva de evolución de la sequía supera la curva de máximos históricos. Esto se corroboró con los datos de las estaciones meteorológicas de Boca del Tigre y Cholila Aero

El 2 y 3 de Febrero, se produjeron tormentas con descargas eléctricas en la zona del incendio, detectado por DEA. El indicador de probabilidad de incendios por rayos (DMC) era de 177, superando el umbral para la probabilidad de ignición por rayos. Posteriormente, el 3 y 4 de Febrero, se registraron 2 mm de lluvia caída.

### *Condiciones y análisis del FWI durante el día de detección*

El 16 de febrero, día de detección, el FWI calculado a las 12 hs con las variables de las estaciones de Boca del Tigre y Cholila Aero indicaban probabilidad de ignición (FFMC de 91), rápida propagación (ISI entre 8 y 10) y dificultades de control con comportamiento extremo (FWI entre 31 y 40).

### *Situación sinóptica y análisis de ajustes horarios del FWI del primer período analizado*

Situación sinóptica: el 17 de febrero ingresó un frente frío. Se registraron vientos de 43,5km/h y una humedad relativa del 10%. La temperatura máxima fue de 21,2°C. El 18, un sistema frontal débil ingresa en la región provocando incremento de la intensidad del viento, con máximas de 37km/h. La temperatura máxima fue de 15,8°C y la humedad relativa de 35%. El 19, la situación sinóptica es dominada por un centro de alta presión sobre el noroeste patagónico. La temperatura máxima fue de 19°C y la humedad relativa de 43%.

17 - 18/02/2015: el 17, alrededor de las 13 hs, comienza rápida propagación del fuego, a razón de 28m/min, el ISI y el FWI ajustados a las 17 hs, fue de 60 y 113 respectivamente. El 18, a media tarde, la velocidad de propagación fue de 4 m/min. Hacia las 18 hs en zona de A° Villegas hubo propagación

por fuego de copas, focos secundarios y altura de llamas de 20 m. El ISI y el FWI ajustados a las 17 hs, fue de 32 y 76 respectivamente. En este periodo, el fuego afectó 4500 has.

19 – 20/02/2015: el 19 a la tarde, el fuego se propagó por fuego de copas con altura de llamas de 15 m. avanzando el frente de fuego en dirección a las cabañas Bejar y al campamento de las brigadas en cercanías a la desembocadura del río Tigre al lago Cholila, llegando a 100 m del mismo. El ISI y el FWI ajustados a las 17 hs, fue de 9 y 35 respectivamente. El día 20 no hubo fenómenos significativos. La superficie afectada en este lapso fue de 3500 has.

#### *Situación sinóptica y análisis de ajustes horarios del FWI del segundo período analizado*

Situación sinóptica: se registran el pasaje de dos frentes fríos durante los días 23 y 25. El 23 las ráfagas alcanzan los 67km/h en el punto de observación de la Cisterna y 45,1km/h en la estación de Boca del Tigre. En el resto de los días, la situación meteorológica estuvo dominada por un centro de alta presión que produjo viento del sector oeste. El día 22 con ráfagas de 60km/h en Cisterna y menores valores de humedad relativa del período en Boca del Tigre (17%).

21- 22/02/2015: en el sector de A° El Turco a partir de las 13 hs aproximadamente del día 21, se registran vientos fuertes de direcciones variables provocando comportamiento errático del fuego, formación de torbellinos de fuego y alturas de llamas de 20 m. La brigada de Cholila replegó a zona segura. El ISI y el FWI ajustados a las 17 hs, fue de 19 y 58 respectivamente. El 22, a partir de las 16,30 hs se originan focos secundarios y desarrollo de columna convectiva. El ISI y el FWI ajustados a las 19 hs, fue de 26 y 68 respectivamente. El fuego afectó la forestación de Torres con fuego de copas y altura de llamas de 30 m. En el punto de observación Cisterna, los vientos alcanzan los 60 km/h de direcciones variables. Debido a estas condiciones, el personal replegó a zona segura. Se estima que la superficie total afectada durante estos dos días fue de 4000 has.

23 - 24/02/2015: el 23 hacia el mediodía se activan focos secundarios. Los vientos alcanzan velocidades de 70 km/h. A las 16,30 hs se desarrollan columnas convectivas de hasta 6000 m de altura formando nubes en una hora. El personal operativo ubicado en zona de B° San Esteban debió replegar a zona segura. El ISI y FWI ajustados a las 17 hs, fue de 47 y el FWI de 102 respectivamente. El 24, durante la madrugada se observan focos activos y avance del fuego. La superficie afectada durante este periodo fue de 3500 has.

25 - 26/02/2015: el 25, alrededor de las 15 hs, se originan nuevos focos secundarios. Con imágenes satelitales se detectan puntos calientes en los cañadones de Nataine y del A° Villegas. El ISI y FWI ajustados a las 15 hs, fue de 14 y 48 respectivamente. El 26, hacia las 13 hs, en el cañadón de Nataine se desarrolla gran columna convectiva con dirección NNO. Se repliega al personal a zona segura, lo mismo ocurre con el personal en el sector de la cabeza del incendio (Pedregoso). En el resto de los sectores se mantienen múltiples focos activos. El ISI y FWI ajustados a las 15 hs, fue de 17 y 55 respectivamente. La superficie afectada en estos dos días se incrementó en 4800 has.

#### **Discusión**

El 3 de febrero, sobre la zona del incendio se produjeron tormentas con actividad eléctrica y escasas precipitaciones. El DMC se encontraba por encima del umbral establecido. Si bien la detección del foco se produce 13 días después de las DEA, no se descarta que este haya sido el origen del incendio quedando encendido material combustible grueso y permanecido así hasta tener condiciones favorables para su propagación. El difícil acceso al sitio hace que se descarten causas antrópicas, esta es una teoría que se mantiene aún en estudio. (Zacconi 2015).

La propagación del fuego en los primeros días, se vio favorecida por la presencia de combustible disponible, lo que se corroboró con el BUI de Esquel y Golondrinas, que superaba los máximos históricos, agravándose por la alta carga de combustible disponible de caña seca.

Sobre el primer período analizado, se encontró que las mayores velocidades de viento registradas en la estación Boca del Tigre, representan adecuadamente los eventos de rápida propagación del fuego.

Para ambos periodos, los ajustes horarios del FWI superan los umbrales establecidos, siendo los días más críticos de comportamiento del fuego el 17, 22 y 23 de febrero. Estos datos corroboran lo observado en terreno con las dificultades de control, alturas de llamas de 15 a 30 m, propagación de fuego por copas y desarrollo de columnas convectivas de hasta 6000 m de altura.

Se destaca que el índice de peligro de incendios calculado a la hora 12, para los días 17, 22 y 23, subestimó las condiciones que se registrarían horas más tarde. Además, estas condiciones críticas estuvieron asociadas al ingreso de un frente frío.

### Conclusiones

Con respecto a las causas del inicio del incendio, una hipótesis probable es que el origen haya sido la caída de rayos registrada el 3 de febrero. El valor de DMC era de 177 cuando el umbral para la ocurrencia de inicio del incendio por rayos es de 20.

En los períodos analizados, los indicadores de peligro indicaron comportamiento extremo del fuego, asociados a tormentas de fuego. El peligro subestimado con el cálculo del FWI a las 12 hs, para los días más críticos, se puede deber a que el FWI supone un ciclo normal de comportamiento de las variables que el ingreso de frentes fríos altera de manera significativa.

De acuerdo a lo analizado, la información de los puntos de observación representó adecuadamente el comportamiento del fuego. De este resultado se desprende la importancia de contar con datos y observadores a campo para representar de manera más real el comportamiento del fuego.

### Bibliografía

- Dentoni MC & Muñoz M. 2001. Glosario de términos relacionados con el manejo del fuego. Plan Nacional de Manejo del Fuego. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. 30 pp.
- Goldammer JG, Cwilong P, Rodríguez N, Goergen J. 1997. One thousand years of fire history of Andino-Patagonian forest recovered from sediments of the Río Epuyén river, Chubut, Argentina. En: J. S. Levine (ed.), Biomass burning and global change, The MIT Press, Cambridge, MA. En Plan Estratégico de Manejo de la Reserva Forestal Lago Epuyén. Caracterización y Diagnóstico.
- González ME, Veblen TT, Donoso C, Valeria L. 2002. Tree regeneration responses in a lowland *Nothofagus* dominated forest after bamboo dieback in South Central Chile. *Plant Ecol.* 161: 59–3.
- Hutchins M, Holzworth R, Brundell J and Rodger C. 2012. Relative detection efficiency of the world wide lightning location network. *RadioSci.*, 47, RS6005, doi: 10.1029/2012RS005049.
- Nicora MG. 2014. Actividad eléctrica atmosférica en Sudamérica. PhD diss. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas.
- Pearson AK, Pearson OP, Gómez IA. 1994. Biology of the bamboo *Chusquea culeou* (Paceae: Bambusoideae) in southern Argentina *Vegetatio* 111: 93-126.
- Veblen TT. 1982. Growth patterns of *Chusquea* bamboos in the understory of Chilean *Nothofagus* forests and their influences in forest dynamics. *Bull. Torrey Bot. Club* 109: 474-487.
- Virts KS, Wallace JM, Hutchins ML and Holzworth RH. 2013. Highlights of a new round-based, hourly global lightning climatology, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 94. Pp. 1381–1391, doi: 10.1175/BAMS-D-12-00082.1.
- Zacconi G. 2015. Aplicación de herramientas de teledetección durante el incendio Las Horquetas – Cholila Provincia de Chubut. Evaluación de peligro de incendios Informe técnico N° 10. 21 p.

## Efectos del ganado sobre los combustibles y la inflamabilidad de paisajes alterados por el fuego en el noroeste patagónico

Blackhall M <sup>1</sup> Raffaele E <sup>1</sup> Paritsis JL Tiribelli F <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Ecotono, INIBIOMA-UNCo, CONICET

**Autor de correspondencia:** [meliblackhall@gmail.com](mailto:meliblackhall@gmail.com)

En el noroeste patagónico, el fuego y la herbivoría por mamíferos introducidos son los principales disturbios que afectan el paisaje, y que en ocasiones, alteran la susceptibilidad al fuego, dando lugar a mosaicos de comunidades en distintas fases y trayectorias de regeneración. Estudiamos experimentalmente el efecto del ganado vacuno sobre los combustibles y la inflamabilidad post-fuego de dos comunidades que fueron afectadas en un incendio en el año 1999: un bosque dominado por lenga (*Nothofagus pumilio*) de baja inflamabilidad y un matorral de ñire (*N. antarctica*) típicamente asociado a comunidades muy inflamables. En el 2001 se instaló una red de parcelas experimentales para evaluar el impacto del ganado sobre la regeneración de la comunidad rebrotante de ñire y la comunidad contigua de lenga, especie que se reproduce exclusivamente por semilla. En 2015 estudiamos el efecto del ganado sobre diferentes características asociadas a la cantidad, tipo, distribución y continuidad de combustible fino, y la inflamabilidad de ambas comunidades mediante ensayos de laboratorio. El matorral de ñire presentó una mayor cantidad y continuidad de combustible tanto vertical como horizontalmente, y mayores temperaturas alcanzadas durante la combustión de tejidos finos, en comparación a los valores del lengal post-fuego. Luego de 14 años de exclusión de ganado observamos que si bien la herbivoría incrementa la proporción de combustible seco en la comunidad, el ganado también disminuye fuertemente la cantidad total de combustible y la profundidad de hojarasca, e interrumpe la continuidad horizontal y vertical de la biomasa. Estos cambios apoyan la hipótesis de que el ganado potencialmente reduce la probabilidad de propagación de un fuego a través de la reducción de combustible y de su conectividad (especialmente en el matorral), pero a su vez impide la regeneración del bosque a través de la supresión de los renovales de *N. pumilio* aumentando la inflamabilidad del sistema.

**Palabras clave:** herbivoría, ignición, *Nothofagus*.

## Inflamabilidad de especies leñosas y semi-leñosas en zonas de interfaz urbano-forestal en el noroeste patagónico

Blackhall M<sup>1</sup> Raffaele E<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Ecotono, INIBIOMA-UNCo, CONICET

**Autor de correspondencia:** [meliblackhall@gmail.com](mailto:meliblackhall@gmail.com)

La caracterización de las propiedades asociadas a la inflamabilidad y la combustibilidad de la vegetación en zonas de interfaz urbano-forestal puede aportar información de base para la planificación de medidas de prevención como así también para la toma de decisiones durante la ocurrencia de un incendio. En este trabajo se evaluó en laboratorio la inflamabilidad de 32 especies leñosas y semi-leñosas, incluyendo nativas y exóticas arbóreas, arbustivas y trepadoras comúnmente encontradas en bosques y matorrales del noroeste patagónico. Las muestras de tejidos finos frescos y verdes fueron recolectadas en zonas de interfaz dentro del ejido municipal de Bariloche. Dentro de las especies arbóreas, los resultados preliminares indican que entre las nativas, *Araucaria araucana* presenta los valores más prolongados de tiempo de ignición, mientras que *Nothofagus antarctica*, *N. dombeyi* y *N. pumilio* entran en ignición con mayor rapidez. Entre las exóticas, *Pinus contorta* y *P. ponderosa* presentan tiempos de ignición similares a *Nothofagus* spp., mientras que *Pseudotsuga menziesii* presenta valores significativamente mayores. *Pinus contorta* y *P. ponderosa* son de las especies que presentan una mayor duración de la combustión, indicando que además de encenderse rápidamente, sus tejidos pueden desprender calor por mayor tiempo y colaborar en iniciar la ignición en la vegetación circundante. *Austrocedrus chilensis*, *N. antarctica* y *P. menziesii* registraron los valores más bajos de duración de combustión. Esta última especie además presentó los valores más bajos de temperatura máxima de llama, junto con la nativa *A. araucana*. Las especies que registraron las temperaturas más altas fueron *P. ponderosa* y *N. antarctica*, indicando una alta combustibilidad (i.e. intensidad con la que el material se quema). Estos resultados permitirán confeccionar las primeras listas de inflamabilidad de especies de la región, brindando información esencial para la conservación de nuestros ambientes naturales y para el diseño de pautas de manejo de incendios de interfaz.

**Palabras clave:** ignitabilidad, combustibles, especies exóticas

## Patrones atmosféricos estacionales asociados a peligro extremo de incendios sobre el noroeste de la Patagonia.

Marcuzzi Ezequiel A.<sup>1</sup> González Marcela H.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> *Ministerio de Ambiente y Desarrollo de la Nación. Servicio Nacional de Manejo del Fuego.*

<sup>2</sup> *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos*

<sup>3</sup> *Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/CONICET-UBA), UMI IFAECI/CNRS*

Autor de correspondencia: [eamarcuzzi@yahoo.com](mailto:eamarcuzzi@yahoo.com)

Sobre el centro y norte patagónico, se registran en promedio 1370 incendios en el período estival, tomando en cuenta las provincias de Neuquén, de Río Negro y de Chubut. Cada temporada presenta diferentes características de peligro que son evaluadas diariamente por los diferentes organismos de prevención y presupresión de incendios, a través del índice de peligro canadiense FWI. Sobre el noroeste de la región, una de las zonas más críticas, por la creciente área de interface, es la ciudad de San Carlos de Bariloche (41°08'44" S, 71°18'29" W). Para evaluar el peligro de la temporada en el área, se calculó el FWI medio. La serie de FWI medios estacionales para el período 1980-2016, fue clasificada en cuartiles. Con el objetivo de determinar diferencias en los patrones atmosféricos asociados con éstos grupos, se compararon los campos medios de anomalías de temperaturas de superficie del mar sobre el océano (SST por sus siglas en inglés), campos medios de viento zonal y meridional en 850Hpa., y campos medios de altura geopotencial de 1000Hpa., 850Hpa., 500Hpa. y 300Hpa.. A través del análisis de las SST, se encontraron características opuestas para los grupos de peligro tanto sobre el océano Pacífico y Atlántico. Similares resultados se encontraron para los campos atmosféricos. Estos sugieren que temporadas con elevados (bajos) valores medios de FWI poseen menor (mayor) frecuencia de pasaje de sistemas frontales fríos. Estos resultados serán de utilidad para anticipar características de temporadas con peligro extremo.

**Palabras clave:** FWI, Temporadas de incendio, Patrones atmosféricos.

## Evaluación preliminar del contenido de humedad foliar y su relación con la inflamabilidad en coníferas exóticas plantadas en Patagonia

Lucas Bianchi<sup>1</sup>, Facundo Oddi<sup>2</sup>, Natalia Lederer<sup>3</sup>, Marcela Godoy<sup>3,4</sup>, Miriam Muñoz<sup>5</sup>, Guillermo Defossé<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Dendrocronología, Glaciología e Hidroclimatología Andina. Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), Consejo Nacional de Investigaciones (CONICET, CCT Mendoza)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD, Universidad Nacional de Río Negro - Sede Andina).

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP, CONICET).

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Sede Esquel.

<sup>5</sup> Consejo Agrario Provincial Santa Cruz.

**Autor de correspondencia:** lbianchi@mendoza-conicet.gob.ar

Uno de los factores más importantes en relación a la ignición y propagación de los incendios forestales es el contenido de la humedad foliar (CHF). En el noroeste patagónico existen estudios que relacionan el CHF con la facilidad de ignición e inflamabilidad en árboles y arbustos nativos. Sin embargo, a pesar de que en la región existen numerosas plantaciones con coníferas exóticas (*Pinus ponderosa*, *P. radiata*, *P. contorta* y *Pseudotsuga menziesii*), no existen estudios que relacionen el CHF de estas especies con la facilidad de ignición (FI) y la inflamabilidad. En el presente trabajo y, determinamos la dinámica del CHF y la FI de estas especies de coníferas y de *Populus nigra* a lo largo de la temporada de incendios y las comparamos con valores de CHF y FI de las especies nativas más importantes en la región (*Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus antarctica*, *Lomatia hirsuta*, *Chusquea culeou*, *Schinus patagonicus*). Nuestros resultados muestran que en general, el CHF es menor y que la FI es mayor en las coníferas exóticas que en las especies nativas estudiadas. Esto indicaría que las coníferas exóticas plantadas en áreas ecotonales entre el bosque y la estepa podrían incrementar la inflamabilidad a nivel de paisaje y por lo tanto, también el peligro de incendios forestales en la región. Para contrarrestar esta posibilidad, es imprescindible la aplicación del manejo silvícola a los rodales implantados (podas, raleos, y quemas prescriptas bajo dosel). Se ha probado en Patagonia que estas prácticas pueden disminuir drásticamente el peligro de incendios y permitir rodales sanos y productivos a turno de corta.

**Palabras clave:** coníferas exóticas, inflamabilidad, Patagonia, ignición foliar

## Gestión del Fuego en el Delta del Río Paraná: II. Estimación del Peligro de incendio

Gaute, M.C.<sup>1,2</sup>, Kunst, C.<sup>3</sup>, García Conde, J.M.<sup>4</sup>, Defossé, G. E.<sup>5</sup>, Casillo, J.<sup>6</sup>, Bellomo, P.<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Área SIG e Inventario Forestal. Dirección de Producción Forestal. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación.

<sup>2</sup> Cátedra de Dasonomía. Facultad de Agronomía (UBA).

<sup>3</sup> Estación Experimental Agropecuaria Sgo del Estero, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sgo del Estero.

<sup>4</sup> Consorcio de lucha y prevención de incendios delta.

<sup>5</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino-Patagónico (CIEFAP - CONICET) y Departamento Forestal, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

<sup>6</sup> Pastizales del cono sur.

<sup>7</sup> Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Autor de correspondencia: [mgaute@agro.uba.ar](mailto:mgaute@agro.uba.ar)

El Bajo Delta del Río Paraná se caracteriza por sus plantaciones de *Populus* y *Salix* con destino industrial y una creciente actividad pecuaria, además de los servicios ecológicos que brinda como humedal. El fuego es un fenómeno frecuente, que se torna una práctica inapropiada al desarrollarse de manera individual, aislada, sin conocimiento de la dinámica natural del ecosistema y de las condiciones climáticas. Ello puede resultar en la pérdida irreversible de bienes y servicios del humedal. La proporción de material vegetal vivo y muerto en los combustibles (Curado) es empleado como variable para poder estimar el peligro de ignición y de manejo/prevenición de fuego. A partir del empleo de series de tiempo de índices de vegetación (MOD13Q1) se derivó el porcentaje de curado correspondiente a dos modelos de combustibles, pajonales de *Scirpus giganteus* y juncales de *Schoenoplectus californicus*, en 5 sitios. Se registró también la profundidad de la napa freática en cada uno de los sitios respetando la resolución temporal establecida (15 y 30 días). Se tomaron fotografías del perfil vertical y panorámico de la vegetación en cada sitio, interpretándose visualmente el % de curado y por último se recolectaron muestras compuestas de cada estrato y mediante gravimetría se obtuvo el contenido de humedad (% FMC). El patrón temporal del curado (estimado con ndvi) es cíclico y predecible. Los resultados de los análisis de correlación paramétricos y no paramétricos manifiestan correlación entre el Curado (estimado con ndvi) y el Curado (estimado visualmente estrato verde) (  $r: -0.56299$  p-value: 0.0001; Curado (estimado con ndvi) y FMC (estrato verde) (  $r: -0.56066$  p-value: 0.0001) ; el FMC (estrato seco) se correlacionó negativamente con la napa freática (  $r: -0.38804$  p-value: 0.0084) en tanto que la correlación entre el Curado (estimado visualmente en estrato seco) y la napa fue positiva (  $r: 0.36929$  p-value: 0.0531). La dinámica de la napa freática evidencia un desfase de dos meses aproximadamente respecto a la dinámica de evolución del Curado (estimado con ndvi). En función de los resultados se estimaron umbrales relacionados con la dinámica del combustible y su relación con el comportamiento de los incendios.

**Palabras clave:** curado de combustibles, fuego, contenido de humedad.

## Desarrollo de modelos de predicción de comportamiento del fuego – visión del Sistema Federal de Manejo del Fuego

Muñoz M<sup>1</sup>, Oviedo M<sup>2</sup>, Casas L<sup>3</sup>, Withinton T<sup>4</sup>, Pérez A<sup>5</sup>, Vázquez L<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Consejo Agrario-Santa Cruz,

<sup>2</sup> Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF),

<sup>3</sup> Servicio Provincial de Manejo del Fuego (SPMF)-Chubut,

<sup>4</sup> Administración de Parques Nacionales (APN)-Coordinación de lucha contra Incendios Forestales,

<sup>5</sup> Plan Provincial de Manejo del Fuego (PPMF)-Jujuy

Autor de correspondencia: [miriammmunoz@yahoo.com.ar](mailto:miriammmunoz@yahoo.com.ar)

En el año 2000 se inicia el desarrollo en Argentina del Sistema Nacional de Evaluación de Peligro de Incendios, en base al Sistema Canadiense de Evaluación de Peligro (CFFDRS). Se implementó, como primera etapa, el Índice Meteorológico de Peligro de Incendios (FWI), para lo cual se contó con la asistencia técnica del Servicio Forestal de British Columbia. La siguiente etapa consistente en el desarrollo del Sistema de Predicción de Comportamiento de Fuego (FBP), se inició en Junio de 2016 con el primer curso sobre características y usos operativos del FBP, destinado a personal especializado de los sistemas de Manejo del Fuego del país, del cual surge la propuesta de trabajo "Implementación del Sistema de Predicción de Comportamiento (FBP) - Visión 2030". El FBP brinda información cuantitativa asociada a los valores de FWI, de los combustibles y de la topografía, por lo que se requiere de la recolección de datos de la vegetación, a través de inventarios y relevamientos de acuerdo a metodologías adecuadas, como también de la conformación de un banco de datos a partir de la observación de campo en fuegos experimentales, de la ejecución de fuegos prescritos y de la documentación del comportamiento del fuego en incendios. Para alcanzar los objetivos de su implementación es necesario el desarrollo de diversas herramientas adicionales, y debido a que en el ámbito técnico operativo no se cuenta con el soporte y la capacidad de investigación para satisfacer estas necesidades, es imperiosa la colaboración y asistencia de distintos organismos de investigación para llegar al objetivo perseguido. Es necesario que los trabajos de investigación se realicen bajo procedimientos estandarizados que puedan replicarse a nivel nacional, y provean la base experimental y científica que permita obtener las variables que alimentan los modelos de predicción de comportamiento del fuego para cada tipo de combustible. Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer a los organismos de investigación las necesidades para la implementación de este Sistema.

**Palabras Claves:** modelos de combustible, predicción de comportamiento, investigación de base.

## Análisis del incendio Cañadón del Arroyo Cascada en el Parque Nacional Los Alerces ocurrido durante enero de 2016

Carolina Juárez\*<sup>1</sup>, Mariela Toppazzini<sup>2</sup>, Gabriel Zacconi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Parque Nacional Los Alerces. Administración de Parques Nacionales. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.*

<sup>2</sup> *Servicio Nacional de Manejo del Fuego. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.*

\*Autor de correspondencia: [cjuarez@apn.gov.ar](mailto:cjuarez@apn.gov.ar)

### Resumen

Documentar la ocurrencia de eventos de fuego, nos permite analizar el comportamiento de los mismos e identificar las características particulares que presentan. Asimismo, es de gran utilidad para el desarrollo de herramientas de predicción de comportamiento, con el fin de optimizar la seguridad de las personas, como así también planificar y ejecutar medidas operativas. En el noroeste de la provincia de Chubut, durante los últimos 10 años, fueron recurrentes los eventos de fuego forestales y de interfase, por ejemplo los incendios ocurridos en la temporada de incendios 2007-2008 "La Colisión", 2011-2012 "Puerto Patriada" y 2014-2015 "Las Horquetas" y "El Cristo". La última temporada 2015-2016, presentó características particularmente críticas con respecto al déficit de precipitaciones y a la alta disponibilidad de combustible para el desarrollo de incendios forestales. Esto se debió principalmente a la floración y posterior muerte masiva de la caña colihue y a los 5 meses previos de déficit de precipitaciones con respecto a los promedios mensuales. El día 21 de enero de 2016 dentro del Parque Nacional Los Alerces alrededor de las 13:45 hs, se inicia el incendio denominado Cañadón del Arroyo Cascada al sudoeste del lago Futalaufquen. Para ese día el código de contenido de humedad de los combustibles finos (FFMC) era 90.4, indicando una alta probabilidad de ignición y ocurrencia de focos secundarios. Del mismo modo, el índice de disponibilidad de combustible medio y grueso (BUI) mostró un valor de 127, indicando, que de ocurrir un incendio, este tendría comportamiento extremo y dificultades en las tareas de liquidación. Esta situación se reflejó en lo observado durante las primeras 4 horas, donde se consumieron 1200 has de las 1700 has totales afectadas, con una velocidad de propagación de 23 m/min. El operativo del control del incendio demandó aproximadamente 35 días, dándose por extinguido el día 24 de febrero de 2016.

**Palabras claves:** predicción de comportamiento, velocidad de propagación, índices de peligro.

# ECOFUEGO II

Ecología del fuego,  
restauración de  
ecosistemas  
disturbados por fuego  
y quemas prescriptas

## The essential role of prescribed fire in fuel hazard reduction

Mark A. Finney<sup>1</sup>

<sup>1</sup>USDA Forest Service, Missoula Fire Sciences Lab. 5775 Highway 10 West, Missoula MT 59808 USA.

E-mail: [mfinney@fs.fed.us](mailto:mfinney@fs.fed.us)

### Summary

Fuel treatment in the conifer forests of the western US is widely recommended for both restoration and for fuel hazard reduction. Restoring forest structure, composition, and function must be accomplished by also restoring the ecological processes that sustain those forests, including fire. At a stand-level, the literature has consistently shown that prescribed broadcast burning is essential for achieving the greatest and most durable reduction in wildfire severity. Even with mechanical thinning, fuel reduction by prescribed fire is required, and then must be repeated to maintain fuel conditions and natural processes. Examples are shown where thinning alone was insufficient to produce the desired effects. Prescribed burning achieves much of this benefit by removing vegetation or fuel that is not practical by mechanical means. This includes duff, litter, small trees, rotten wood, scorching and killing of lower limbs on trees. Although research has demonstrated primarily stand-level effects of treatment on wildfire severity and spread, important questions remain concerning treatment effects at a landscape-scale.

### Introduction

A great deal of research has been conducted on fuel treatment effects in conifer forests of the western US for purposes of restoration and fuel hazard reduction (Graham et al. 2004). Given the increasing threat that wildfires pose to both communities and to wildland values, fuel treatment and restoration have been strongly advocated on both public and private lands as a proactive mitigation measure. The scientific literature generally recognizes that treatment can consist of various mechanical activities, such as thinning or mastication, or chipping, as well as broadcast burning (Martinson and Omi 2013). This article will address evidence that prescribed fire plays an essential and irreplaceable role in producing an effective fuel treatment – without which, the other treatment elements are simply cosmetic.

### Brief History of fire in the western US

Wildland fire has played a central role in the ecology and distribution of forests and vegetation in the US for millennia (Pinchot 1899). But in a little over 100 years this role has changed from one of sustaining ecosystems and humans together, to one of threatening both of them. A brief look at this history is the basis for understanding how to successfully escape this self-reinforcing cycle (Calkin et al. 2015).

In the waning decades of the 19<sup>th</sup> century, the wildlands of the American west experienced dramatic reductions in wildfire burning rates. Estimates based on vegetation types and historic fire cycles suggest approximately 6.3 million acres were burning each year on what are now western National Forests compared to about 1.5 million acres today (Ager et al. 2014). Several principle factors explain this. First native peoples, who had occupied these lands for millennia, were forcibly moved to reservations, ending their traditional burning practices that were widespread throughout North America (Lewis 1973, Denevan 1992, Storm and Shebitz 2006). Second, shortly after 1900, organized fire suppression became the policy of professional land managers for the purposes of improving timber management (Greeley 1920) despite early controversy (Biswell 1989, Arno 2014). The evidence of past fire regimes was witnessed by observers sent by the US Government to

document the vegetation structure, timber cutting, mining, and fire activities on Federal Forest Reserves throughout the west (e.g. Lieberg 1899, Ayers 1900, Sudworth 1900, Lieberg 1904). These reports insightfully described fire effects and burning evidence that contrasts markedly with the fire regimes experienced today. The low elevation forests of mountain west, consisting of ponderosa pine and mixed conifer species, supported large old trees despite almost ubiquitous evidence of fire. This was indicative of sub-lethal fires that sustained large old forests by repeatedly consuming shrubs, grass, litter-fall, and small trees, thereby limiting the fuel amount and continuity that could feed large intense wildfires. Thus, wildfire had been part and parcel of the forests and rangelands when encountered by European settlers and, then, ultimately administered by land management agencies.

As suppression programs evolved to ever more sophisticated and organized approaches to stopping wildland fires (Stephens and Ruth 2005), naturalists and foresters observed the changes in forest structure and wildfire behavior (Show and Kotok 1924, Weaver 1943, Cooper 1961). They issued warnings for long-range consequences and the ultimate futility of the full suppression paradigm, but to no avail (Arno and Brown 1991, Arno 2014). Now in the 21<sup>st</sup> century we are reaping the reward for ever more expensive and ever less effective fire suppression (Nelson 1979, Busenberg 2004, Calkin et al. 2015) – agency land management functions are compromised by funding demands for fire response and losses to communities, valuable watersheds and habitat are increasing (Stephens and Ruth 2005). We still contain only 97% of fires less than 300 acres, similar to that of the past century (Short et al. in prep) but it costs exorbitantly more (Calkin et al. 2015) and the fires are more severe (Miller et al. 2009). The fire paradox (Arno and Brown 1991) explains this unintentional consequence of positive feedbacks involving suppression, increasing fuel, more extreme fire behavior, which stimulates redoubling of suppression efforts. The cycle implies that 3% of large fires will get more and more damaging because technological advances in suppression will restrict them to the extreme conditions with ever more fuel.

### **Fuel Treatment**

The wildfire problem in ponderosa pine and mixed conifer forests has been rightly characterized as a fuels problem (Dodge 1972), but also an ecological and forest management problem because of increased densities and continuity of forests over vast landscapes (Kauffman 2004). Climate change exacerbates these underlying wildfire and forest health trends by increasing the frequency and extent of burning conditions and stressing trees during drought episodes. To remediate the fuels dimension of the problem, fuel treatments have been long proposed as a means of both restoring forest structure as well as mitigating the fuel contribution to potential wildfire behavior (Graham et al. 2004, Agee and Skinner 2005, Stephens et al. 2012). Forest thinning and surface fuel treatments by prescribed fire are acknowledged as effective prescriptions for changing the outcome of wildfires (Martinson and Omi 2013). Sometimes, however, restoration of forest structure has been emphasized over remediation of fire as the process by which both fuel conditions and forest dynamics are maintained. For practical reasons, mechanical treatments offer greater control over outcomes than burning, and the coincidence of objectives with timber management, mean that prescribed fire is frequently deferred or omitted following the mechanical phase.

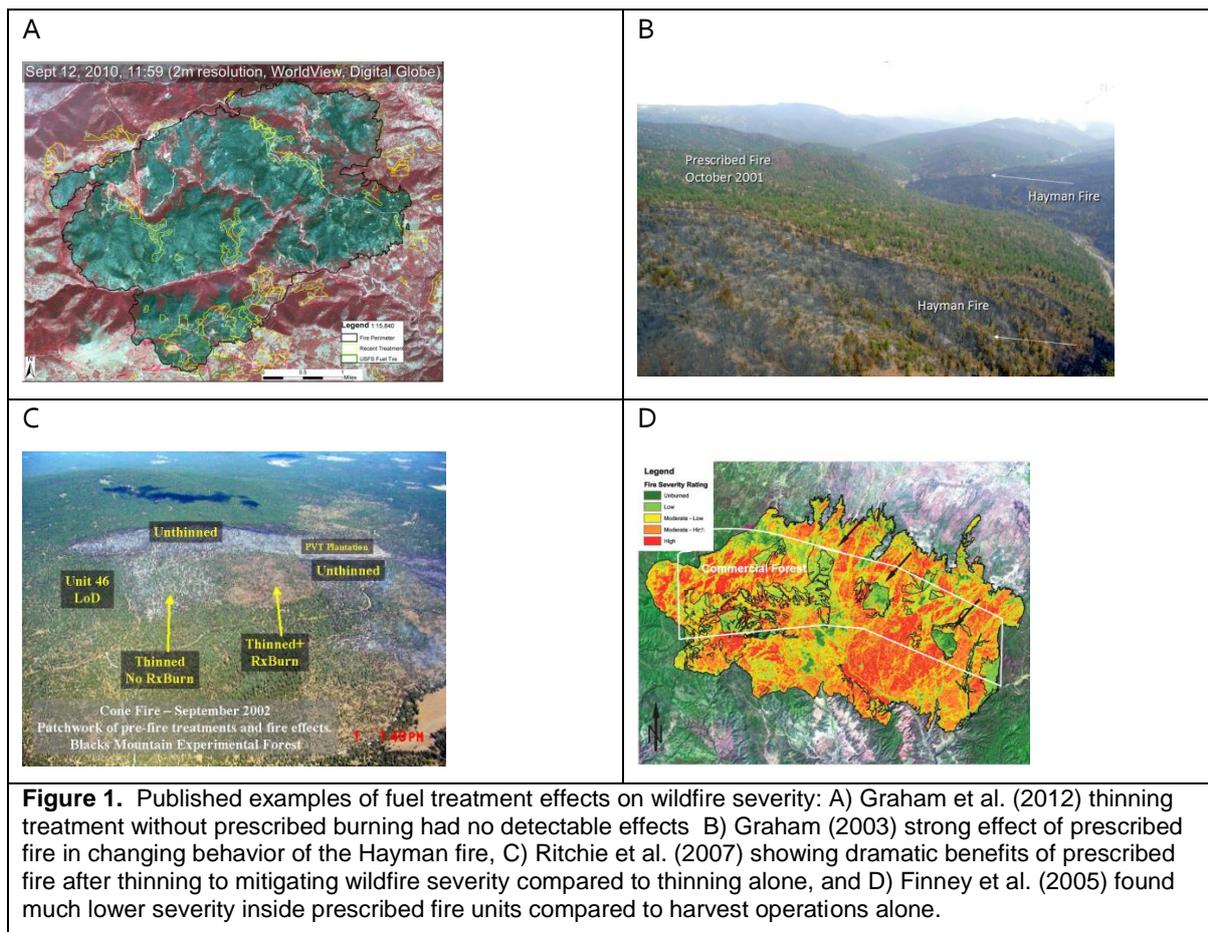
After mechanical treatment activities, forests regain a desirable structure which offers a comfortable illusion that fire objectives have also been met. Performing the prescribed fire portion of the treatment involves some risk of escape that requires monitoring and patrolling, less control over the outcome, and offsite impacts of smoke. The uncertainty of wildfire occurrence, and the low probability of wildfire threat to any given stand, offer excuses to defer broadcast burning, but

research evidence challenges the assumption that wildfires are moderated by only structural changes to the forest canopy profile (Martinson and Omi 2013).

A number of studies have been produced which unequivocally demonstrate the requirement that surface fuel be reduced by prescribed fire (Figure 1). Thinning and mastication treatments had no effect on the 2010 Fourmile Canyon wildfire in Colorado (Graham et al. 2013). Treatment by prescribed fire alone was the most successful moderator of the 2002 Hayman fire (Graham 2003). Prescribed fire following thinning was far more effective than thinning alone in reducing wildfire severity in California (Richie et al. 2007). Fortuitous satellite imagery captured wildfires spreading around the through prescribed fire treatments in commercial pine forests in Arizona and produced lower severity than adjacent areas where harvesting alone was conducted (Finney et al. 2005).

### An Essential Role of Burning

So, what does prescribed fire accomplish that mechanical treatments cannot replace? We know that treatments reduce wildfire severity metrics, and that these changes are related to modifications of wildfire behavior. But many of the fuel components removed by burning are not included as components or dimensions of fuel properties now used for predicting fire behavior, but are suspected as being critical to extreme behaviors that are presently not modeled.

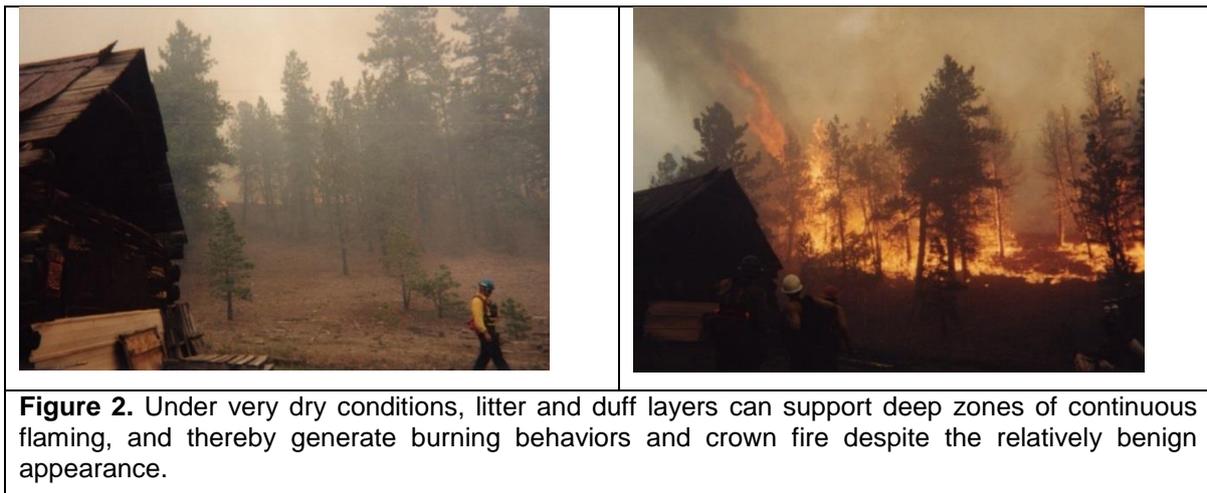


Fire behavior models used in the US for predicting spread and intensity only recognize the role of dead woody material (sticks, small logs), grasses, and shrubs as continuous surface fuels in the context of a spreading line fire. Fire behavior is only modeled as “line fire” spreading literally as a

line of ignitions advancing with wind or slope (Rothermel 1983). No other spread geometries are considered, such as area fires or mass fires (Finney and McAllister 2011) and no discontinuous fuel configurations are accounted for. Thus, proof of the exact reasons for fire effects on fuel properties will require additional research rather than use of existing fire behavior models, but some known factors are:

1. Fire reduces long-burning duff layers and dead large woody material (Agee et al. 1976) that contributes to long burning and deep flame zones (Figure 2)
2. Fire consumes rotten wood, known to consume more readily and ignite by brands which increases spread by spotting (Knapp 2015)
3. Fire decreases continuity of surface fuels, creating gaps and barren patches in fuel beds that limit wildfire spread

Furthermore prescribed fire scorches lower limbs on trees increasing crown base heights, consumes or kills small trees below merchantable limits, and top-kills sprouting shrubs as surface fuels. The likely end-result of prescribed burning is that reduced flame duration maintains narrowness of wildfire flame zones which in turn limit convective heating and ignition of the forest canopy. Removal of rotten wood limits receptive fuel for ember ignition thus diminishing spotting as a means of rapid advance of fires. Finally, surface fuels are maintained with horizontal discontinuities which keep flames advancing as isolated patches rather than a continuous flame zone.



**Figure 2.** Under very dry conditions, litter and duff layers can support deep zones of continuous flaming, and thereby generate burning behaviors and crown fire despite the relatively benign appearance.

At the landscape level, growth and behavior of large wildfires is affected by many separate stands and their fuel configurations, complex topography, and variable weather patterns. It is not possible to say conclusively how wildfire behavior is affected by the fuel increases and homogenization over landscape scales. But increased fuel loading means greater stored energy over large areas. Longer burning and greater energy release rates associated with these fuels are criteria for “mass fires” (Countryman 1973) and “fire storms” (Carrier et al. 1985). In many ecosystems such fires are not atypical – those characterized by stand-destroying fires such as subalpine forests where infrequent fires of high intensity are the norm. For ponderosa pine and mixed conifer forests at low elevations and the Pacific coast such fires are beyond historical precedent and not sustainable for many tree species.

### Conclusions

Most ecosystems in the US were sustained over millennia by fire, both human caused and naturally ignited. Efforts to perform restoration and fuel hazard reduction must include fire to remove fuel

components otherwise there will be little benefit under extreme conditions and no way to break the cycle of the fire paradox.

### References Cited

- Agee, J.K., Wakimoto, R.H. and Biswell, H.H. 1976. Fire and fuel dynamics of Sierra Nevada conifers. *Forest Ecology and Management*, 1, pp.255-265.
- Agee, J.K. and Skinner, C.N. 2005. Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management*, 211(1), pp.83-96
- Ager, A.A., Day, M.A., McHugh, C.W., Short, K., Gilbertson-Day, J., Finney, M.A. and Calkin, D.E. 2014. Wildfire exposure and fuel management on western US national forests. *Journal of Environmental Management*, 145, pp.54-70.
- Brown, J.K. and Arno, S.F. 1991. The paradox of wildland fire. *Western Wildlands*, 17(1), pp.40-46.
- Arno, S.F. 2014. Slow Awakening: Ecology's role in shaping forest fire policy. Forest Historical Society Archives. [https://fhsarchives.wordpress.com/2014/10/16/6295\\_arno\\_role\\_of\\_ecology\\_in\\_shaping\\_forest\\_fire\\_policy](https://fhsarchives.wordpress.com/2014/10/16/6295_arno_role_of_ecology_in_shaping_forest_fire_policy)
- Ayres, H.B. 1900. *The Lewis and Clark Forest Reserve, Montana*. US Government Printing Office.
- Biswell, H.H. 1989. *Prescribed burning in California wildlands vegetation management*. Univ of California Press.
- Busenberg, G. 2004. Wildfire management in the United States: the evolution of a policy failure. *Review of policy research*, 21(2), pp.145-156.
- Calkin, D.E., Thompson, M.P. and Finney, M.A. 2015. Negative consequences of positive feedbacks in US wildfire management. *Forest Ecosystems*, 2(1), p.1.
- G. F. Carrier, F. E. Fendell, and P. S. Feldman. 1985. "Firestorms," *Journal of Heat Transfer*, vol. 107, no. 1, pp. 19–27.
- Cooper, C.F. 1961. Pattern in ponderosa pine forests. *Ecology*, 42(3), pp.493-499.
- C. M. Countryman. 1964. "Mass fires and fire behavior," U. S. Forest Service Research Paper PSW-19, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station.
- Denevan, W.M. 1992. The pristine myth: the landscape of the Americas in 1492. *Annals of the Association of American Geographers*, 82(3), pp.369-385.
- Dodge, M. 1972. Forest fuel accumulation--a growing problem. *Science*, 177(4044), p.139.
- Finney, M.A. McHugh, C.W. and Grenfell, I.C., 2005. Stand-and landscape-level effects of prescribed burning on two Arizona wildfires. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(7), pp.1714-1722.
- Finney, M.A. and McAllister, S.S. 2011. A review of fire interactions and mass fires. *Journal of Combustion*, 2011.
- Graham, R.T. 2003. Hayman Fire Case Study. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-114. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 396 p.
- Graham, R.T., McCaffrey, S. and Jain, T.B. 2004. Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity.
- Graham, R.T, M.A. Finney, C.W. McHugh, J.Cohen, D. Calkin, R. Stratton, L. Bradshaw, N. Nikolov. 2012. Fourmile Canyon Fire Findings. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-289. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 110 p.
- Greeley, W.B. 1920. Piute forestry or the fallacy of light burning. *The Timberman*. March.[Reprinted in *Fire Management Today*. 60 (4): 21–26.]

- Kauffman, J.B. 2004. Death rides the forest: perceptions of fire, land use, and ecological restoration of western forests. *Conservation Biology*, 18(4), pp.878-882.
- Knapp, E.E. 2015. Long-term dead wood changes in a Sierra Nevada mixed conifer forest: Habitat and fire hazard implications. *Forest Ecology and Management*, 339, pp.87-95.
- Lewis, H.T. 1973. *Patterns of Indian burning in California: ecology and ethnohistory* (No. 1). Ballena Press.
- Lieberg, J.B. 1899. Cascade Range and Ashland forest reserve and adjacent regions. *Twenty-first annual report, Part II. Washington, DC: US Department of the Interior, Geological Survey.*
- Lieberg, J.B. Rixon, T.F. and Dodwell, A., 1904. Forest conditions in the San Francisco Mountain Reserve, Arizona. Professional Paper No. 22. US Department of the Interior. *US Geological Survey, Washington, DC.*
- Martinson, E.J. and Omi, P.N. 2013. Fuel treatments and fire severity: a meta-analysis. *USDA For Serv Research Paper RMRS\_RP103www.*
- Miller, J.D., Safford, H.D., Crimmins, M. and Thode, A.E. 2009. Quantitative evidence for increasing forest fire severity in the Sierra Nevada and southern Cascade Mountains, California and Nevada, USA. *Ecosystems*, 12(1), pp.16-32
- Nelson, T.C. 1979. Fire management policy in the national forests--a new era. *Journal of Forestry*, 77(11), pp.723-725.
- Pinchot, G. 1899. The relation of forests and forest fires. *National Geographic, Volume X.*
- Ritchie, M.W., Skinner, C.N. and Hamilton, T.A. 2007. Probability of tree survival after wildfire in an interior pine forest of northern California: effects of thinning and prescribed fire. *Forest Ecology and Management*, 247(1), pp.200-208.
- Rothermel, R.C. 1983. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. *The Bark Beetles, Fuels, and Fire Bibliography*, p.70.
- Short, K.C. et al. in prep. Rethinking performance measurement in US federal wildland fire management
- Show, S.B. and Kotok, E.I. 1924. The role of fire in the California pine forests.
- Stephens, S.L. and Ruth, L.W. 2005. Federal forest fire policy in the United States. *Ecological applications*, 15(2), pp.532-542.
- Stephens, S.L., McIver, J.D., Boerner, R.E., Fettig, C.J., Fontaine, J.B., Hartsough, B.R., Kennedy, P.L. and Schwilk, D.W. 2012. The effects of forest fuel-reduction treatments in the United States. *BioScience*, 62(6), pp.549-560
- Storm, L. and Shebitz, D. 2006. Evaluating the purpose, extent, and ecological restoration applications of indigenous burning practices in southwestern Washington. *Ecological Restoration*, 24(4), pp.256-268.
- Sudworth, G.B. 1900. *Stanislaus and Lake Tahoe forest reserves, California, and adjacent territory.* US Government Printing Office.
- Weaver, H., 1943. Fire as an ecological and silvicultural factor in the ponderosa-pine region of the pacific slope. *Journal of Forestry*, 41(1), pp.7-15.

## Production possibility frontiers and ecological tradeoffs for restoration of fire adapted forests

Alan A. Ager<sup>1\*</sup>, Kevin C. Vogler<sup>2</sup>, Michelle A. Day<sup>3</sup>

<sup>1</sup> USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Missoula Fire Sciences Laboratory, Missoula, Montana, USA; <sup>2</sup> Oregon State University, College of Forestry, Forest Engineering, Resources & Management, Corvallis, Oregon, USA; <sup>3</sup> Oregon State University, College of Forestry, Forest Ecosystems & Society, Corvallis, Oregon, USA

\*Corresponding author: [aager@fs.fed.us](mailto:aager@fs.fed.us)

### Summary

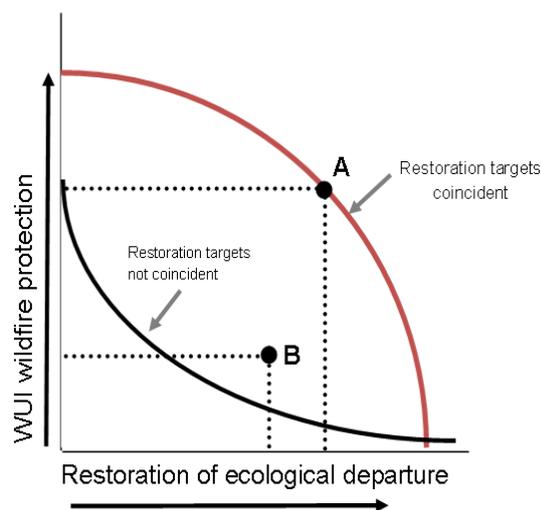
In this presentation we will discuss decision support tools to prioritize restoration investments on US national forests. The forests are administered by the USDA Forest Service and cover 760,000 square km, primarily in the western US. The restoration program has multiple objectives including improving fire resiliency in fire adapted forests, sustaining rural economies by providing raw wood materials from restoration activities, and protecting the wildland urban interface from wildfire losses. Extensive areas are receiving treatments with mechanical thinning and underburning to reduce canopy and surface fuel loadings, and facilitate the re-introduction of natural fires to maintain future fire resiliency. The substantial backlog of areas needing treatment has stimulated interest in tools to prioritize restoration investments within and among national forests. Our work concerns prioritization using spatial optimization and production possibility frontiers (PPFs) to identify high priority areas and understand economic-ecological trade-offs. For instance, PPFs can reveal treatment configurations that optimize both revenue from forest restoration activities and address ecological departure from fire resilient conditions. Results to date from a study of four federal forests (2.5 million ha) in Oregon revealed sharp trade-offs among different restoration objectives, and substantial spatial variation in PPFs among national forests. Optimizing revenue to help finance restoration projects led to a sharp reduction in the attainment of other socioecological objectives, especially reducing ecological departure. The work revealed the relative cost of different restoration strategies, as well scale-related changes in production frontiers. Our quantitative framework for prioritizing investments can inform ongoing collaborative restoration planning efforts by helping stakeholders understand the opportunity cost of specific restoration objectives.

**Keywords:** forest restoration; spatial optimization; wildfire risk economics.

### Introduction

Restoration ecology has increasingly become a key component of many land management programs on both public and private lands in many regions of the world (Adame et al. 2015; BenDor et al. 2015; Wilson et al. 2012). A case in point are the large scale forest restoration programs initiated on western US national forests under the Healthy Forest Restoration Act to improve the health and fire resiliency of dry forest ecosystems (Noss et al. 2006). The program encompasses a multitude of ecosystems and services with focal points on resiliency of landscapes to fire, watershed condition, invasive species, and wildlife habitat. Fire resiliency objectives are achieved through fuel management projects that use forest thinning, prescribed fire, and a range of other techniques aimed at returning fire frequent forests to pre-settlement conditions (Brown et al. 2004). Key outputs from the restoration programs include commercial wood supply to private entities to offset restoration treatment costs and increased employment in rural economies. An important component of forest restoration planning is the prioritization of projects under finite budgets and a large backlog of areas that need treatments. Current prioritization consists of ad hoc analysis of spatial data from regional and local assessments coupled with field observations to determine site specific projects and planning areas (Butler et al. 2015). Analyses are not conducted to evaluate trade-offs among different priorities to generate economic services versus address ecosystem stressors (Bullock et al. 2011; Maron & Cockfield 2008) that potentially impact forest health and

productivity (Fig 1). Ignoring tradeoffs may lead to implementation plans that are unobtainable, or non-optimal outcomes due to scale effects on production functions (King et al. 2015) or scale mismatches (Cumming et al. 2006) between assessments and project implementation. Integrating economic and ecological trade-off analyses into current programs could have manifold effects on long-term effectiveness in terms of sustaining rural economies, and meeting fire resiliency objectives on large fire prone landscapes. For instance, economic analyses can help maximize the scale of treatments by subsidizing expensive fuels, mastication, and thinning treatments of small non-commercial trees with harvesting and sale of commercially viable materials elsewhere within planning areas.



**Fig. 1.** Example production possibility frontiers to examine decision trade-offs. For each point occurring along the curve, more of one objective cannot be obtained without sacrificing the other. Point A represents the most efficient combination, and point B is inefficient (i.e., selecting restoration targets elsewhere would result in higher attainment of both objectives).

annually by predominantly lightning caused wildfires (1992-2013). Forest insect epidemics are a regular occurrence (Ager et al. 2004) with current outbreaks observed for mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae* Hopkins) and western pine beetle (*D. brevicomis* LaConte).

We modeled five restoration objectives: 1) forest departure from historical reference conditions, 2) insect and disease risk, 3) wildfire hazard, 4) wildfire exposure to the urban interface from national forest wildfires, and 5) financial valuation of restoration treatments. Details of the restoration objectives can be found elsewhere (Ager et al. 2016; Vogler et al. 2015). We used the Landscape Treatment Designer (Ager et al. 2013) to model restoration scenarios and identify trade-offs among different restoration objectives. We prioritized each of the 102 planning areas in the study area based on restoration objective and simulated treatment of 5000 ha in each planning area to address one or more of the restoration objectives described above. Trade-offs were analyzed between selected combinations of different objectives by changing relative weights of each objective. We performed additional sensitivity analyses by analyzing cumulative attainment of restoration objectives with increasing number of project areas under different restoration objectives.

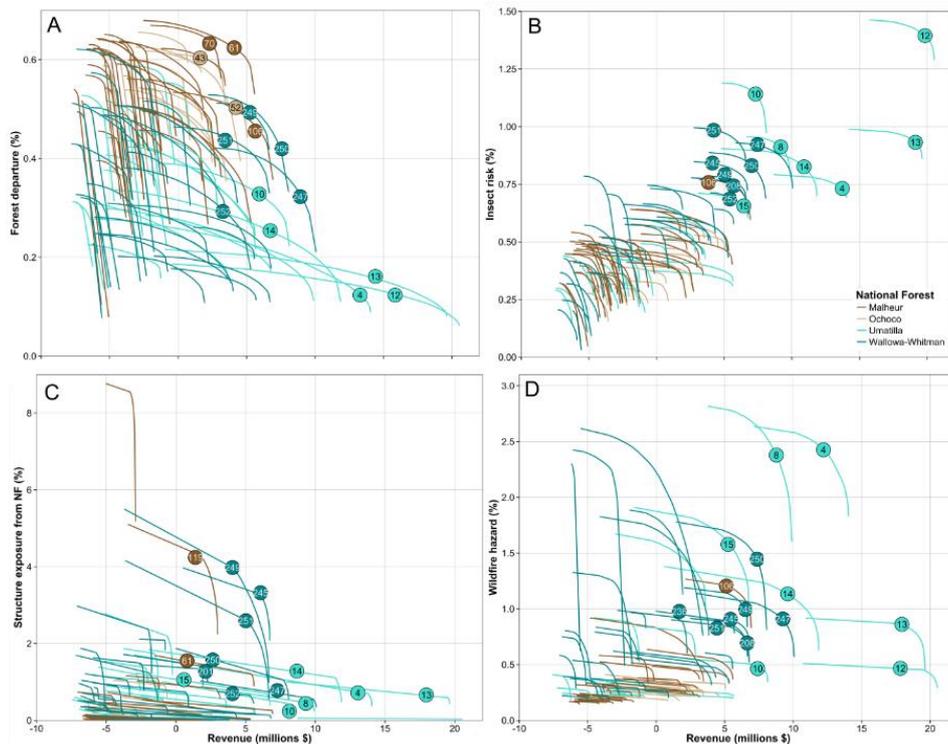
In this study we analyzed economic and ecological trade-offs within a fire prone ecoregion that includes four US national forests designated as a national priority for restoration. We examined how generating revenue from restoration affected opportunities to address socioecological goals within 102 individual planning areas. We then examined cumulative net revenue realized from specific restoration targets over increasing scales of implementation.

## Methods

The study area encompassed four national forests (Malheur, Ochoco, Umatilla and Wallowa-Whitman) in the Blue Mountain ecoregion of eastern Oregon and southeastern Washington, US, and included 2.5 million ha of forest and rangelands. The area is interspersed with small mountain ranges, canyons and plateaus. Dry forests of ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Lawson & C. Lawson) dominate lower elevations, with dry mixed conifer (grand fir (*Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)) at higher elevations. About 22,000 ha (0.9%) are burned

## Results

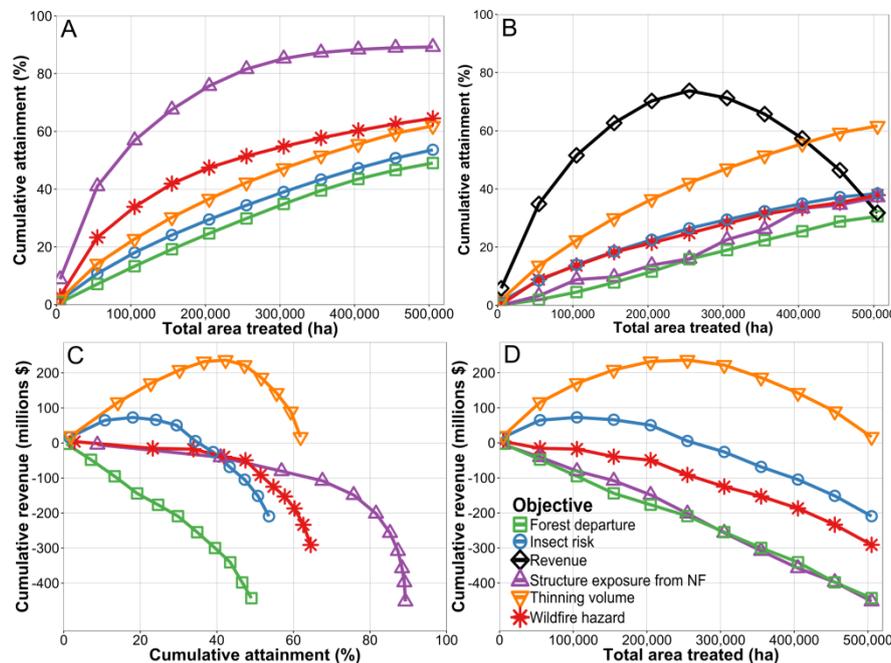
The analysis revealed sharp trade-offs among different restoration objectives, and substantial spatial variation in PPFs among and within national forests. Optimizing revenue to help finance restoration projects led to a sharp reduction in the attainment of other socioecological objectives, especially reducing ecological departure. PPFs (Fig. 2) exhibited three broad trade-off relationships between revenue and other restoration objectives. In some planning areas, attainment of one restoration objective was largely unaffected by the other or asymmetrical with sharp trade-offs in one direction and not the other. In many planning areas, PPFs indicated sharp decision trade-offs, where the marginal benefit from improving the attainment of one restoration objective exceeded twice the loss in the other objective.



**Fig. 2.** Production possibility frontiers (PPF) for each of the 102 planning areas for revenue generated from treatment versus each of the other restoration objectives: A) forest departure, B) insect risk, C) structure exposure in the wildland urban interface from national forest ignited wildfires, and D) wildfire hazard. PPFs are generated by optimizing the selection of stands to address one or the other or both of the restoration objectives in each panel.

To examine costs for achieving specific levels of each restoration objective we plotted revenue versus attainment for each optimization scenario (Fig. 3C). Comparing Figs. 3A and 3C it is possible to identify the economic cost or benefit of different restoration priorities. Prioritizing forest departure was the costliest restoration objective where treating 50% of the departure in the study area would cost about \$450 million (Fig. 3C). By contrast, 60% of the available wood volume from thinning operations could be obtained at a net cost of \$0. About 50% of the total structure exposure can be treated at a cost of \$58 million. Prioritizing restoration treatments on areas of high insect risk resulted in positive revenue until cumulative attainment reached 35% (Fig. 3C) at which point treatments would be implemented on 265,000 ha. In Fig. 3D we show the relationship between treated area and revenue when the latter is optimized as in Fig. 3B. For instance, treating 500,000 ha under a revenue optimization scenario would break even financially (Fig. 3D, thinning volume)

and treat 25% of the forest departure in the study area (Fig. 3B). By contrast, treating the same area under a scenario where forest departure (versus revenue) was prioritized (Fig. 3A) the attainment was increased by 15%. About 40% of the total forest departure would require implementing projects on 365,000 ha (Fig. 3C) at a total cost of \$300 million.



**Fig. 3.** Comparison of net revenue and restoration attainment among planning areas under alternative prioritization scenarios. A) Cumulative attainment of the five objectives when each of them is individually prioritized; B) same as A when revenue is prioritized; c) the revenue associated with levels of attainment when each of the objectives are prioritized; D) cumulative revenue as a function of total area treated. Attainment was measured as the total inventoried quantity of each of the restoration goals on the landscape.

## Discussion

We found that optimizing revenue to help finance restoration projects led to a sharp reduction in the attainment of other socioecological objectives, especially reducing ecological departure from historic conditions. However, production possibility frontiers were highly variable among planning areas and national forests, and point to specific spatial priorities and opportunities to achieve restoration goals within the study area. The restoration trade-offs stem from the diversity of forest conditions that evolved from past management, biophysical setting, and disturbances such as wildfire. The net result of these anthropogenic and natural factors is a reduction in the spatial covariation for some restoration targets but not others. Spatial correlation between ecological departure, provisional ecosystem services, and community wildfire protection issues is perhaps more diffuse than assumed by policymakers, especially those related to spatial patterns of socioeconomic values. The juxtaposition of ecological settings with human values generates sharp trade-offs, especially with respect to community wildfire protection versus generating revenue to support restoration and fire hazard reduction outside of areas that affect developed areas. Thus, opportunity costs for increasing efforts for community wildfire protection impact progress towards reducing ecological departure and long-term reintroduction of fire, and generation of thinning volume. This complicates prioritization of restoration programs for economic objectives, which aim to generate revenue to both support expanded restoration activities in areas that will not generate

positive revenues, and improve community resilience in rural areas. We observed and quantified trade-offs at multiple scales (national forests, planning areas, and stands within planning areas), all of which could be considered in the prioritization of restoration activities. Understanding management trade-offs and how joint spatial distributions of both stressors and ecosystem services contribute to these trade-offs on large landscapes is arguably an important component of restoration planning (Bennett et al. 2009; Schroter et al. 2014). This work facilitates implementation of restoration policies on US public lands, and achieving long-term social and ecological goals for US national forest restoration programs.

### Literature Cited

- Adame M, Hermoso V, Perhans K, Lovelock C, Herrera-Silveira J. 2015. Selecting cost-effective areas for restoration of ecosystem services. *Conservation Biology* 29(2): 493-502.
- Ager AA, Day MA, Vogler K. 2016. Production possibility frontiers and socioecological tradeoffs for restoration of fire adapted forests. *Journal of Environmental Management* 176: 157-168.
- Ager AA, Hayes JL, Schmitt CL. 2004. Simulating mortality from forest insects and diseases. In Hayes JL, Barbour RJ (eds.) *Methods for integrated modeling of landscape change: Interior Northwest Landscape Analysis System*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-610. pp. 104-116. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station: Portland, OR.
- Ager AA, Vaillant NM, McMahan A. 2013. Restoration of fire in managed forests: a model to prioritize landscapes and analyze tradeoffs. *Ecosphere* 4(2): 29. doi: 10.1890/ES13-00007.1
- BenDor TK, Livengood A, Lester TW, Davis A, Yonavjak L. 2015. Defining and evaluating the ecological restoration economy. *Restoration Ecology* 23(3): 209-219.
- Bennett EM, Peterson GD, Gordon LJ. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters* 12(12): 1394-1404.
- Brown RT, Agee JK, Franklin JF. 2004. Forest restoration and fire: Principles in the context of place. *Conservation Biology* 18: 903-912.
- Bullock JM, Aronson J, Newton AC, Pywell RF, Rey-Benayas JM. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* 26(10): 541-549.
- Butler WH, Monroe A, McCaffrey S. 2015. Collaborative implementation for ecological restoration on US public lands: implications for legal context, accountability, and adaptive management. *Environmental Management* 55: 564-577.
- Cumming GS, Cumming DHM, Redman CL. 2006. Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society* 11(1): 14.
- King E, Cavender-Bares J, Balvanera P, Mwampamba TH, Polasky S. 2015. Trade-offs in ecosystem services and varying stakeholder preferences: evaluating conflicts, obstacles, and opportunities. *Ecology and Society* 20(3): 25. doi: 10.5751/ES-07822-200325
- Maron M, Cockfield G. 2008. Managing trade-offs in landscape restoration and revegetation projects. *Ecological Applications* 18(8): 2041-2049.
- Noss RF, Franklin JF, Baker WL, Schoennagel T, Moyle PB. 2006. Managing fire-prone forests in the western United States. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 481-487.
- Schroter M, Rusch GM, Barton DN, Blumentrath S, Norden B. 2014. Ecosystem services and opportunity costs shift spatial priorities for conserving forest biodiversity. *PLoS ONE* 9(11): e112557.
- Vogler KC, Ager AA, Day MA, Jennings M, Bailey JD. 2015. Prioritization of forest restoration projects: tradeoffs between wildfire protection, ecological restoration and economic objectives. *Forests* 6: 4403-4420. doi: 10.3390/f6124375
- Wilson KA, Lulow M, Burger J, McBride MF. 2012. The economics of restoration. In Stanturf J, Lamb D, Madsen P (eds.) *Forest Landscape Restoration*. pp. 215-231. Springer.

## Efecto del fuego sobre la germinación de especies leñosas y trepadoras de los bosques y matorrales del noroeste patagónico

Melisa Blackhall<sup>1\*</sup>, Jorgelina Franzese<sup>1</sup>, Estela Raffaele<sup>1</sup>, Miriam E Gobbi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Ecotono, INIBIOMA-Universidad Nacional del Comahue, CONICET; <sup>2</sup>Departamento de Biología, INIBIOMA-Universidad Nacional del Comahue

\*Autor de correspondencia: meliblackhall@gmail.com

### Resumen

El reclutamiento a través de la germinación y la capacidad rebrotante a partir de tejidos viables son los mecanismos a través de los cuales las especies vegetales sobreviven a diferentes tipos y regímenes de disturbios. Un gran porcentaje de las especies leñosas y trepadoras presentes en esta flora rebrotan y mantienen un bajo reclutamiento durante los primeros años después de incendios. En este escenario, planteamos registrar y evaluar experimentalmente el porcentaje de germinación de 20 especies leñosas y trepadoras en relación a condiciones simuladas de fuego (exposición a temperatura 90 y 120°C, 5 min), post-fuego (ceniza), combinación de ambas (temperatura + ceniza) y control. Los resultados obtenidos no muestran patrones generales asociados a rasgos funcionales ni filogenéticos de las especies estudiadas. Para la mayoría de las especies la respuesta al ambiente post-fuego (ceniza) fue neutra, mientras que para los tratamientos asociados al fuego (temperatura) fue neutra o negativa (sobre todo a 120°C). Solo 3 especies mostraron para algún tratamiento una respuesta positiva. La arbórea nativa *Lomatia hirsuta* (Proteaceae) y el arbusto exótico-invasor *Cytisus scoparius* (Fabacea) registraron una respuesta positiva a los tratamientos de calor a 90°C, aumentando en un 79% y un 45% respectivamente su germinación con respecto a los tratamientos control. Para la especie trepadora semi-leñosa *Vicia nigricans* (Fabacea) observamos un incremento de un 164% de germinación de las semillas sometidas a 120°C + ceniza en relación a los controles. Excepto las tres especies mencionadas, nuestros resultados muestran que la mayoría de las especies estudiadas no presentan claras adaptaciones al fuego específicamente asociadas al reclutamiento post-fuego.

**Palabras claves:** regeneración, reclutamiento post-fuego, incendios.

### Introducción

En el noroeste patagónico a lo largo del gradiente ambiental este-oeste, el fuego es uno de los disturbios más importantes y que actúa a gran escala, moldeando así los paisajes actuales (Veblen et al. 2011). En la región, desde la estepa árida a los bosques andinos húmedos y lluviosos, los incendios tanto de origen natural como antropogénico son una influencia clave sobre la estructura y composición de las comunidades vegetales y, viceversa, las características de las comunidades vegetales pueden influir sobre el riesgo de incendio y su propagación (Veblen et al. 2011). En las últimas décadas se ha estudiado cómo los incendios excepcionales que afectan a los bosques mésicos y maduros dominados principalmente por *Nothofagus pumilio*, *N. dombeyi* y/o *Austrocedrus chilensis*, son frecuentemente recolonizados por matorrales altos. Luego de un incendio los bosques mésicos dominados por especies que se reproducen obligadamente por semilla y no por rebrote en general no logran regenerar rápidamente y conformar nuevamente un bosque, sino que son reemplazados por especies de arbustos rebrotantes que se caracterizan por poseer una estructura con alta carga de combustible fino y alta inflamabilidad (Blackhall et al. 2015a), lo que los hace más susceptibles al fuego que los bosques adyacentes (Veblen et al. 2011).

En el actual escenario de cambio climático global, se ha pronosticado para la región un aumento gradual de la temperatura y una disminución de las precipitaciones (Veblen et al. 2011), y en consecuencia un potencial aumento en la frecuencia de incendios y en la extensión de las superficies quemadas. Ante este pronóstico, el conocimiento de la dinámica de regeneración de las especies pioneras luego de incendios adquiere extrema importancia para el diseño de herramientas de

protección y restauración de ambientes degradados. A nivel global se ha documentado extensamente para diversas especies la presencia de características que confieren ventajas ante determinados regímenes de fuego. Algunas de estas características son por ejemplo la habilidad de rebrotar luego de sufrir una gran pérdida de biomasa, la presencia de conos serótinicos o la capacidad de las semillas de tolerar el fuego e incluso aumentar su probabilidad de germinar (Bond & Midgley 1995). Un gran porcentaje de las especies leñosas y trepadoras presentes en la flora regional rebrotan y mantienen un bajo reclutamiento durante los primeros años después de incendios. Existen pocos registros en cuanto a la dinámica de germinación y establecimiento post-fuego en matorrales y bosques (Veblen et al. 2003; Cavallero 2012). Sin embargo, en distintos tipos de bosques quemados se ha determinado recientemente que luego de un incendio la regeneración de la vegetación es básicamente por rebrote durante los primeros 10 años, mientras que en general las primeras plántulas se registran recién a partir de los 10-15 años luego del incendio (Cavallero et al. 2015). Este patrón podría darse a través de diversos mecanismos, incluyendo limitantes en la disponibilidad de semillas, inhibición de la germinación o disminución de la supervivencia de las plántulas creciendo bajo condiciones micro-ambientales extremas (Cavallero et al. 2015; Blackhall et al. 2015b). En este trabajo planteamos estudiar y evaluar experimentalmente la capacidad germinativa post-fuego de 20 especies de leñosas y/o trepadoras abundantes en los matorrales y bosques del noroeste patagónico, a través de ensayos de germinación que simulen la incidencia de factores abióticos relacionados al fuego sobre sus semillas. En el escenario planteado, esperamos encontrar que las especies estudiadas presenten una disminución en la tasa de germinación ante condiciones simuladas de fuego.

### **Materiales y Métodos**

Para llevar a cabo nuestro trabajo se seleccionaron 20 especies leñosas y/o trepadoras abundantes y representativas de los bosques y matorrales del noroeste patagónico (Tabla 1). Se recolectaron semillas de las distintas especies en la temporada de fructificación previa al ensayo (salvo para 4 especies que no poseen fructificación abundante todos los años; Tabla 1). Se seleccionaron las semillas viables por medio de técnicas no destructivas (e.g. presión, flotabilidad), y se registró el peso (mg) de 10 réplicas de 20 semillas para cada especie. Previo al ensayo las semillas se esterilizaron utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 5' y luego se sometieron a una estratificación húmeda fría durante 45 días (3-5 °C). Para evaluar experimentalmente el efecto del fuego sobre la de germinación, se sometieron 10 réplicas de 20 semillas cada una por especie a 5 "tratamientos de fuego" más un control. Los tratamientos de fuego simulaban factores abióticos relacionados a los incendios que pueden afectar a la germinación en distintos grupos taxonómicos (Keeley & Fotheringham 2000). Los tratamientos de fuego fueron: 90 °C, 120 °C, ceniza, 90 °C + ceniza, 120 °C + ceniza, y control (i.e. 20 semillas x 10 réplicas x 6 tratamientos x 20 especies = 24000 semillas en total). Para los tratamientos de temperatura se colocaron las semillas en estufa y se expusieron durante 5' a calor seco y a la temperatura correspondiente. Las semillas fueron expuestas a calor seco, ya que la temporada de incendios ocurre durante la estación seca de verano. Las temperaturas seleccionadas se encuentran dentro del rango de valores registrados en las capas superficiales del suelo en bosques y matorrales. Para los tratamientos de ceniza se regó inicialmente cada caja de Petri (réplica) con una solución de ceniza (10 g/l) obtenida a partir de la combustión de biomasa de las mismas especies en estudio. Cada caja de Petri tuvo doble papel de filtro, y luego del riego inicial (solución de cenizas o agua destilada), se mantuvo la humedad regándolas con agua destilada. En el momento del riego inicial todas las réplicas fueron además pulverizadas con fungicida. Las cajas de Petri se colocaron en cámaras de germinación con un fotoperiodo que simuló las condiciones promedio de primavera para la región: 14 h a 18 °C (día) y 10 h a 6 °C (noche). Se monitoreó la germinación cada 15 días durante cuatro meses. Se calculó el porcentaje de germinación final para cada especie. Para realizar los análisis estadísticos se consideraron las especies para las cuales se registró una germinación mayor al 2 % al menos para alguno de los tratamientos o que presentaran germinación en la mayoría de los tratamientos (aunque sea en bajos porcentajes). Se analizó el efecto de la especie, los tratamientos de fuego y su interacción sobre la

germinación (considerando el peso promedio de las semillas por especie) con un Modelo Lineal General bajo una distribución binomial negativa. A partir de los resultados obtenidos, posteriormente se analizó el efecto de los tratamientos para cada especie por separado a través de ANOVAs y Tests de Dunnet, o Pruebas de Kruskal-Wallis y Comparaciones Múltiples en los casos en los que no se cumplían los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Los tratamientos donde la germinación fue nula fueron excluidos de estos últimos análisis.

**Tabla 1:** Familia, origen, capacidad rebrotante (CR), hábito, edad (E) y peso promedio de las semillas ( $\pm$  ES) utilizadas en los ensayos para las 20 especies bajo estudio. Fuentes: Veblen et al. 2003; Ezcurra & Brion 2005; Cavallero 2012; Observaciones y datos no publicados. \* Su tamaño varía ampliamente según las condiciones del hábitat, desde árbol hasta incluso tipo arbustivo achaparrado.

Especie	Familia	Origen	CR	Hábito	E	Peso (mg)
1 <i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae	Endémica	Si	Arbusto o pequeño árbol	<1	9,77 ( $\pm$ 0,10)
2 <i>Austrocedrus chilensis</i>	Cupressaceae	Endémica	No	Árbol	<1	3,36 ( $\pm$ 0,12)
3 <i>Berberis darwinii</i>	Berberidaceae	Endémica	Si	Arbusto	<1	5,40 ( $\pm$ 0,08)
4 <i>Berberis microphylla</i>	Berberidaceae	Endémica	Si	Arbusto	<1	6,02 ( $\pm$ 0,06)
5 <i>Berberis serrato-dentata</i>	Berberidaceae	Endémica	Si	Arbusto	<1	10,38 ( $\pm$ 0,09)
6 <i>Chusquea culeou</i>	Poaceae	Endémica	Si	Bambú semi-leñoso	3	5,87 ( $\pm$ 0,08)
7 <i>Cytisus scoparius</i>	Fabaceae	Adventicia	Si	Arbusto	<1	8,26 ( $\pm$ 0,11)
8 <i>Diostea juncea</i>	Verbenaceae	Nativa	Si	Arbusto o pequeño árbol	<1	3,00 ( $\pm$ 0,35)
9 <i>Discaria chacaya</i>	Rhamnaceae	Endémica	Si	Arbusto o pequeño árbol	<1	3,29 ( $\pm$ 0,15)
10 <i>Embothrium coccineum</i>	Proteaceae	Endémica	Si	Árbol	<1	13,01 ( $\pm$ 0,25)
11 <i>Lomatia hirsuta</i>	Proteaceae	Nativa	Si	Árbol	<1	4,77 ( $\pm$ 0,10)
12 <i>Maytenus boaria</i>	Celastraceae	Nativa	Si	Árbol	<1	11,21 ( $\pm$ 0,21)
13 <i>Maytenus chubutensis</i>	Celastraceae	Endémica	Si	Arbusto o sub-arbusto	<1	9,66 ( $\pm$ 0,13)
14 <i>Mutisia spinosa</i>	Asteraceae	Endémica	Si	Trepadora semi-leñosa	<1	7,72 ( $\pm$ 1,30)
15 <i>Nothofagus antarctica</i>	Nothofagaceae	Endémica	Si	Árbol *	1	0,87 ( $\pm$ 0,04)
16 <i>Nothofagus pumilio</i>	Nothofagaceae	Endémica	No	Árbol *	2	38,18 ( $\pm$ 0,59)
17 <i>Ribes magellanicum</i>	Grossulariaceae	Endémica	Si	Arbusto	<1	1,95 ( $\pm$ 0,05)
18 <i>Rosa rubiginosa</i>	Rosaceae	Adventicia	Si	Arbusto	<1	12,56 ( $\pm$ 0,30)
19 <i>Schinus patagonicus</i>	Anacardiaceae	Endémica	Si	Arbusto o pequeño árbol	2	21,89 ( $\pm$ 0,25)
20 <i>Vicia nigricans</i>	Fabaceae	Endémica	Si	Trepadora semi-leñosa	<1	51,47 ( $\pm$ 4,85)

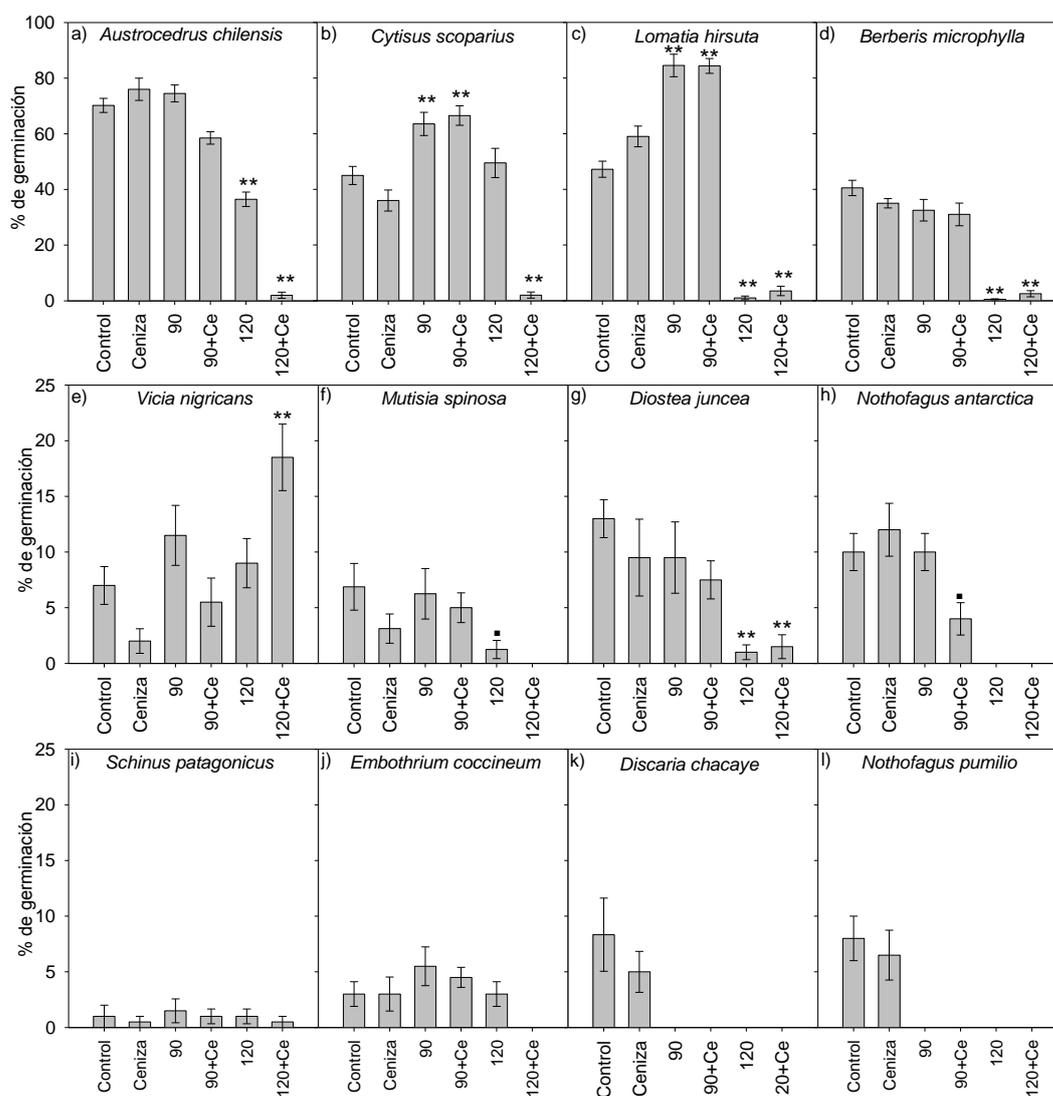
## Resultados

De las 20 especies evaluadas, 12 presentaron patrones claros de germinación (Figura 1), 5 presentaron porcentajes extremadamente bajos de germinación (< 2%) para sólo los tratamientos controles y/o ceniza (*Berberis darwinii*, *B. serrato-dentata*, *Chusquea culeou*, *Maytenus boaria* y *M. chubutensis*), y se observó una nula germinación para 3 especies en todos los tratamientos (*Aristotelia chilensis*, *Ribes magellanicum* y *Rosa rubiginosa*). Entre las especies que mostraron patrones claros de germinación, los resultados indican que la germinación dependió de las especies y del tratamiento (Especie x Tratamiento:  $p < 0,001$ ). El peso de las semillas no influyó en los patrones generales de germinación ( $p > 0,05$ ). Para la mayoría de estas especies la respuesta a la solución de ceniza fue neutra, mientras que para los tratamientos de temperatura la respuesta fue neutra o negativa (sobre todo a 120°C, y particularmente 120 °C en combinación con cenizas). Solo 3 especies mostraron una respuesta positiva para algún tratamiento en comparación al control. El arbusto exótico-invasor *Cytisus scoparius* y la arbórea nativa *Lomatia hirsuta* registraron una respuesta positiva a los tratamientos de calor a 90°C, aumentando en un 79% y un 45% respectivamente su germinación con respecto a los tratamientos control (Figura 1b,c). Para la especie trepadora semi-leñosa *Vicia nigricans* observamos un incremento de un 164% de germinación de las semillas sometidas a 120°C + ceniza en relación a los controles (Figura 1e).

## Discusión y Conclusiones

Los resultados de nuestro estudio muestran que las condiciones simuladas de fuego producen un efecto negativo sobre la germinación de la mayoría de las especies estudiadas. Estos resultados permiten suponer que el nulo o bajo reclutamiento observado en condiciones post-fuego para la

mayoría de esta especie se debe a una disminución de la capacidad germinativa de sus semillas luego de ser expuestas a temperaturas extremas (particularmente 120°C) o en algunos casos a alteraciones químicas en su medioambiente circundante como las que puede producir la presencia de cenizas. A diferencia de otras especies que pertenecen a ambientes propensos a incendiarse (Keeley & Fotheringham 2000), las especies estudiadas no presentarían un reclutamiento asociado al fuego, dado que en su mayoría no mostraron un incremento en la germinación luego de la exposición a condiciones simuladas de fuego. En el post-fuego inmediato, la estrategia predominante de regeneración es el rebrote, mientras que en general se observa un aumento en la densidad de plántulas a partir de los 10 años luego de ocurrido el incendio (Cavallero 2012).



**Figura 1:** Germinación (%;  $\pm$ ES) para 12 de las especies estudiadas cuyas semillas se sometieron a los tratamientos de: Ceniza (solución de ceniza), 90 (90°C, 5'), 90+Ce (90°C, 5' + solución de ceniza), 120 (120°C, 5'), 120°C + Ce (120°C, 5' + solución de cenizas) y control.  $^{\circ}$ p < 0,08;  $^*$ p < 0,05;  $^{**}$ p < 0,01.

*Cytisus scoparius* y *Vicia nigricans* (ambas Fabaceae) poseen semillas de cubierta gruesa que las haría capaces de resistir las altas temperaturas e incluso su germinación podría ser estimulada al propiciarse la ruptura de la testa (90°C para *C. scoparius* y 120°C para *V. nigricans*). Alrededor del mundo, numerosas especies de Fabaceae poseen semillas que presentan una germinación estimulada al ser sometidas a temperaturas altas (Keeley & Fotheringham 2000). Las semillas de cubierta gruesa de *Cytisus* spp. en general forman un banco persistente capaz de resistir altas temperaturas (Herranz et al. 1998; Rivas et al. 2006), lo cual tiene implicancias importantes al tratarse de una especie invasora de los bosques y matorrales del noroeste Patagónico,

especialmente si se compara sus altos porcentajes de germinación con los obtenidos para las especies nativas en condiciones simuladas de fuego. Si bien el patrón de respuesta de *Embothrium coccineum* no fue similar al de *Lomatia hirsuta* (ambas Proteaceas), sí se ha encontrado para otras especies de Proteacea, patrones similares a los de *L. hirsuta*, donde se ha registrado un incremento en la germinación ante tratamientos de temperatura y/o humo (Brits et al. 1993; Kenny 2000). Las tres especies que mostraron para algún tratamiento una respuesta positiva, son además especies que rebrotan luego de incendios, por lo que esta doble estrategia de regeneración post-fuego les confiere una ventaja competitiva en comparación al resto de las especies leñosas estudiadas.

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por PICT 2012-2371. Agradecemos a Guillermo Doll, INTA Bariloche, y al Servicio Forestal Andino Bariloche por la donación de semillas de algunas especies.

### Bibliografía Citada

- Blackhall M, Raffaele E, Veblen TT. 2015a. Efectos combinados del fuego y el ganado en matorrales y bosques del noroeste patagónico. *Ecología Austral* 25: 1-10.
- Blackhall M, Veblen TT, Raffaele E. 2015b. Recent fire and cattle herbivory enhance plant-level fuel flammability in shrublands. *Journal of Vegetation Science* 26: 123-133.
- Bond WJ, Midgley JJ. 1995. Kill the neighbour: an individualistic argument for the evolution of flammability. *OIKOS* 73: 79-85.
- Brits GJ, Calitz FJ, Brown NAC, Manning JC. 1993. Desiccation as the active principle in heat-stimulated seed germination of *Leucospermum* in fynbos. *New Phytologist* 125: 397-403.
- Cavallero L. 2012. Heterogeneidad ambiental y dispersión de semillas en comunidades de distinta edad post-fuego del noroeste de la Patagonia. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue.
- Cavallero L, López DR, Raffaele E, Aizen MA. 2015. Structural–functional approach to identify post-disturbance recovery indicators in forests from northwestern Patagonia: A tool to prevent state transitions. *Ecological Indicators* 52: 85-95.
- Ezcurra C, Brion C. 2005. Plantas del Nahuel Huapi: Catálogo de la Flora Vasculare del Parque Nacional Nahuel Huapi. Universidad Nacional del Comahue y Red Latinoamericana de Botánica.
- Herranz JM, Ferrandis P, Martínez-Sánchez JJ. 1998. Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean Leguminosae species. *Plant Ecology* 136: 95-103.
- Keeley JE, Fotheringham CJ. 2000. Role of fire in regeneration from seed. En: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M (Ed.). Cabi.
- Kenny BJ. 2000. Influence of multiple fire-related germination cues on three Sydney *Grevillea* (Proteaceae) species. *Austral Ecology* 25: 664-669.
- Rivas M, Reyes O, Casal M. 2006. Influence of heat and smoke treatments on the germination of six leguminous shrubby species. *International Journal of Wildland Fire* 15: 73-80.
- Veblen TT, Holz A, Paritsis J, Raffaele E, Kitzberger T, Blackhall M. 2011. Adapting to global environmental change in Patagonia: What role for disturbance ecology? *Austral Ecology* 36: 891-903.
- Veblen TT, Kitzberger T, Raffaele E, Lorenz DC. 2003. Fire History and Vegetation Changes in Northern Patagonia, Argentina. En: *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Veblen TT, Baker WL, Montenegro G, Swetnam TW (Eds.). Springer-Verlag.

## Rasgos funcionales y tolerancia al fuego en especies chaqueñas, su relación con la prevención y restauración

Sandra Bravo<sup>1\*</sup>, Florencia del Corro<sup>2</sup>, Fernando Ojeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Silvicultura y Manejo de bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero; <sup>2</sup>- CITSE-CONICET, Santiago del Estero, Argentina.

\*Autor de correspondencia: sandrabrav@gmail.com

### Resumen

La capacidad de restauración o rehabilitación de áreas quemadas depende principalmente de la composición de especies, sus rasgos funcionales y estrategias para restablecerse post disturbio. En ambientes chaqueños, el fuego es un componente ubicuo tanto en sabanas y pastizales pirógenos como en bosques estacionales. Las prácticas de manejo como quemas prescriptas, rolados y ganadería introducen variantes biológicas y ambientales que alteran el tipo y la disponibilidad de combustibles, la frecuencia y severidad de disturbios y la movilización de recursos. El objetivo de este trabajo fue evaluar cambios en la biodiversidad, la arquitectura de las plantas, el tipo de tallo, la espinescencia, el patrón de rebrotes y área foliar de las especies en ambientes con fuego, rolados y ganadería. El sinergismo entre fuego y ganadería produjo efectos similares al rolado y fuego, con mayor intensidad de rebrotes y espinescencia en las especies y mayor biodiversidad en ambientes disturbados que en bosques en condición de referencia. Los índices de dominancia indican una homogeneización en la estructura del bosque y la aparición de especies de subarbustos inflamables. Análisis de correspondencia de estos rasgos funcionales en bosques sin disturbios en las últimas 3 décadas y bosques con fuego y rolado indican diferencias significativas con asociación de rasgos como hábito arbóreo, tallos únicos, sin rebrotes, sin espinas, de hojas perennes y coriáceas y dispersión por semilla en la primera y predominancia de arbustos, ramificados, con rebrotes y espinas, de hojas caducas de consistencia herbácea y con dispersión por fruto completos, en bosques disturbados. Índices de diversidad alfa y de dominancia (Shannon y Simpson) sugieren mayor diversidad en rolado y fuego, con taxones representados con pocos individuos y un cambio en la estructura del bosque. Las tareas de restauración deberían incluir un manejo forestal que contemple la recuperación de la estructura de los bosques, regule la recurrencia de los disturbios y mantenimiento de servicios ecosistémicos.

**Palabras clave:** Región Chaqueña, incendios, restauración, prevención.

### Introducción

Los ambientes áridos y semiáridos se han visto profundamente modificados por las actividades productivas, urbanizaciones y establecimiento de obras civiles, muchas de las cuales han conducido a un deterioro y degradación de los recursos y a la recuperación natural de terrenos abandonados (Grau et al. 2007). Las tareas de restauración y/o rehabilitación de áreas degradadas requieren del conocimiento de la diversidad específica y funcional de la vegetación (responsable de la productividad primaria neta de las comunidades implicadas) y del régimen de disturbios que actúa sobre ella (Alanís-Rodríguez et al. 2011). El fuego y el pastoreo por grandes ungulados es una asociación común en ambientes semiáridos del mundo sujetos a actividades productivas. Las prácticas de manejo de sabanas y bosques chaqueños incluyen quemas prescriptas, rolados y ganadería (Kunst et al. 2012) y aprovechamientos forestales que introducen variantes biológicas y ambientales, que podrían alterar el tipo y la disponibilidad de combustibles, la frecuencia y severidad de disturbios y la movilización de recursos (Carbone y Aguilar, 2016). Estos disturbios pueden inducir cambios en la diversidad biológica y funcional, que podrían comprometer la resiliencia de las comunidades. La diversidad funcional puede explicar de manera más amplia la respuesta de las comunidades a los disturbios. El conocimiento de la variabilidad intra e interespecífica de los rasgos funcionales, es un paso básico para comprender su respuesta al fuego y otros disturbios. Esta información constituye una herramienta valiosa para monitorear los cambios

post fuego, estimar las respuestas a mediano y largo plazo, y planear de manera más eficiente las tareas de restauración y/o rehabilitación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar cambios en la biodiversidad y en los rasgos funcionales de especies de leñosas nativas del Chaco Occidental en respuesta a disturbios como el fuego, rolados y ganadería. Las tareas se encuentran aún en ejecución.

### Materiales y Métodos

El área de estudio se encuentra incluida en la región chaqueña semiárida de Argentina y ubicada dentro del Campo Experimental La María, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Provincia de Santiago del Estero. Este campo experimental posee una superficie aproximada de 8.000 has y un mosaico de bosques en diferentes estados de conservación, sabanas, pastizales y arbustales, representativos de la vegetación nativa del Chaco Occidental. Se identificarán mediante imágenes satelitales bosques en diferente estado de conservación teniendo en cuenta estructura, diversidad y dominancia de leñosas. Se definirán en áreas de bosques de referencia como área control y bosques con diferentes historias de uso (bosque con ganadería y fuego, bosque con rolado y fuego y arbustal con ganadería y fuego). Dentro de cada sitio se emplazarán 5 parcelas de 50 m x 50 m. Dentro de cada parcela se medirán 3 transectas de 50 m de longitud, paralelas y a 14 m de distancia entre sí y a 11 metros del borde de la parcela. Sobre ellas se registrarán todos los ejemplares de leñosas de más de 10 cm de altura, consignando especie, altura de la planta, altura de fuste, DAP o diámetro basal siguiendo la metodología estándar para grupos funcionales (Pérez Harguindeguy et al. 2013). Se determinará composición de especies e índices de diversidad (Shannon) y dominancia (Simpson) con el programa Past (Hammer et al., 2001), en bosques con diferentes disturbios (área de referencia y bosque con ganadería y fuego y bosque con rolado y fuego). Se evaluaron en esta fase inicial la asociación de rasgos funcionales de especies leñosas en bosque de referencia y bosque con rolado y fuego. Los rasgos funcionales considerados: hábito de crecimiento (árbol, arbusto o subarbusto), tipo de tallo (único o múltiple), intensidad de rebrote (nula, baja y alta), espinescencia (ausentes, herbáceas, leñosas), textura de la hoja (coriácea, membranosa, intermedia), periodicidad foliar (perenne o caduca), dispersión (semillas aisladas o frutos completos) siguiendo (Müller et al., 2007). Las categorías de periodicidad foliar y tipo de unidad de dispersión se asignaron mediante observaciones a campo y revisión de antecedentes. La asociación de rasgos funcionales en bosques con diferente historia de disturbios se explorará inicialmente con Análisis de Componentes Principales y se evaluará la posibilidad de análisis canónicos que consisten en el análisis simultáneo de dos o más matrices de datos multivariantes, cuando se completen los muestreos.

### Resultados Preliminares

Se identificaron para el área de estudio, en bosques típicos del Chaco Occidental, 6 especies arbóreas y 17 especies arbustivas. La situación de referencia, bosque sin disturbios en las 3 últimas décadas, presentó una diversidad  $\alpha$  de 2,20 y una mayor dominancia (0,84) de *Schinopsis lorentzii* en el estrato arbóreo y *Capparis atamisquea* en el estrato arbustivo. La diversidad  $\alpha$  fue mayor en bosque con ganadería y fuego (2,52), con una menor dominancia (Simpson 0,09) propia de una baja representatividad de individuos en las diferentes especies, con excepción de *Prosopis nigra* en el estrato arbóreo y *Schinus* sp. en el estrato arbustivo, y la aparición de formas subarbustivas, de los géneros *Lippia* y *Aloysia*. En bosques con esta combinación de disturbios se observó una mayor frecuencia de la intensidad de rebrote alto ( $\geq 7$  rebrotes por planta), en la frecuencia de espinas leñosas en los individuos censados en las transectas, independiente de las especies. *Aspidosperma quebracho blanco* y *Capparis atamisquea* y las subarbustivas de los géneros *Lippia*, *Aloysia* y *Justicia* fueron las únicas especies inermes identificadas en los censos.

En los análisis de correspondencia de rasgos funcionales en bosque en condición de referencia y bosque con rolados y fuego, el Eje I (inerencia de 25,94%) muestra la separación de bosques con diferentes historias de uso y el Eje II (inerencia de 21,25%), sugiere una asociación de hábito de

crecimiento arbustivo, con rebrotes, tallo múltiple y con dispersión por frutos, en bosque con rolado y fuego. Por otro lado, el bosque de referencia se asocia con rasgos como hábito de crecimiento arbóreo, ausencia de rebrotes, tallo único y con dispersión por semilla. La espinescencia, la consistencia y periodicidad foliar no parecen estar fuertemente asociadas a una situación de disturbio en particular, al menos en estos muestreos preliminares.

### Discusión

Los valores de los índices de biodiversidad  $\alpha$  sugieren que los bosques de referencia estudiados así como los disturbados por fuego y ganadería, dentro del Campo Experimental Francisco Cantos, INTA, Santiago del Estero presentan en buen estado de conservación, ya que se encuentran por encima de los comunicados por Giménez (2014), en áreas sujetas a una intensa actividad de corta forestal y ganadería. Araujo et al. (2008) mencionaron la misma proporción de especies arbóreas y arbustivas que este trabajo, en bosques de la misma área de estudio. Sin embargo, la altura y diámetros de los ejemplares por especie y la dominancia, sugieren cambios en la estructura en presencia de disturbios, transformándose los bosques de dos quebrachos en bosques secundarios de Algarrobos, molles y subarbutos inflamables. Sin embargo, hay un componente necesario en ese análisis que es la distancia temporal al disturbio, el sinergismo entre ellos y el manejo posterior, que no están siendo considerados debido a una ausencia de registros de actividades de manejo dentro del Campo Experimental.

Los valores de biodiversidad  $\alpha$  en bosques con rolado y fuego (Shannon: 2,136) sugieren que no existen prácticamente cambios en la composición de especies en presencia de estos disturbios, salvo por la presencia de *Prosopis sericantha*, *Prosopis ruscifolia* y *Prosopis kuntzei*, como especies exclusivas de esta condición de bosque. En análisis de los rasgos funcionales reflejan la tendencia observada con los parámetros de biodiversidad. Si bien los bosques estudiados están dominados por rebrotadoras de crecimiento lento, la asociación de rasgos como el hábito de crecimiento arbustivo con tallos múltiples, y dispersión por fruto en bosque con rolado y fuego, sugieren la ocurrencia de cambios arquitecturales, aún entre las especies de dosel y piso medio y la presencia de herbívoros como dispersores de frutos completos. Esto concuerda con los datos de Abraham y Bravo (2014), sobre el papel de la fauna en la dispersión de leñosas chaqueñas y es particularmente evidente en bosque con rolado y fuego, donde aparecen como exclusivas especies *Prosopis* con frutos dispersados por vía endozoica. La falta de asociación de la espinescencia, consistencia y periodicidad foliar frente diferentes disturbios como el fuego, la ganadería y rolados sugiere una elevada resiliencia de la vegetación chaqueña, inherente a cuestiones evolutivas de su flora, como la adaptación a la aridez y la presión de megaherbívoros (Bucher, 1982, 1987).

### Conclusiones

Los resultados preliminares indican una elevada diversidad de los bosques semiáridos del Chaco comparable a otros bosques tropicales secos.

La capacidad de rebrote es uno de los principales rasgos de tolerancia a disturbios, que les permite regenerarse en áreas disturbadas aunque con cambios estructurales importantes como el paso de hábito arbóreo a arbustivo y la dominancia de especies secundarias de dispersión zoócora. La combinación de ganadería y fuego parece producir mínimos cambios en la composición de especies pero algunos importantes en la estructura y dominancia, mientras que el rolado y fuego produjo los cambios más acentuados, con el predominio de especies arbustivas y arbóreas del género *Prosopis*.

La restauración y/o rehabilitación de áreas degradadas del Chaco parece posible solo con un manejo conservador de la intensidad y frecuencia de disturbios como el fuego y la ganadería. La aplicación combinada de rolados junto a estos disturbios podría conducir a un reemplazo de bosque de dos quebrachos, típicos del Chaco por bosques secundarios dominados por especies de los géneros *Prosopis* y *Acacia*.

## Bibliografía

- Abraham de Noir, F. y Bravo, S. (2014). Frutos de Leñosas Nativas del Chaco. Ediciones UNSE (Vol. 1). 196pp.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Valdecantos-Dema, A., Pando-Moreno, M., Aguirre-Calderón, O., & Treviño-Garza, E. J. (2011). Caracterización De Regeneración Leñosa Post-Incendio De Un Ecosistema Templado Del Parque Ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente*, XVII (1), 31–39. <http://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.05.032>
- Araujo, P., Iturre, M., Acosta, H., Renolfi, R., 2008. Estructura del bosque de La María EEA INTA Santiago del Estero. *Quebracho* 16, 5–19.
- Bucher, E., 1982. Chaco and Caatinga (1982). South American arid savannas, woodlands and thickets. In: Huntley, B., Walker, B. (Eds.), *Ecology of Tropical Savannas*. Ecol. Studies, vol. 42. Springer Verlag, Berlin, pp. 48–79.
- Bucher EH (1987). Herbivory in arid and semi-arid regions of Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 265–273.
- Carbone L., Aguilar, R. (2016). Contrasting effects of fire frequency on plant traits of three dominant perennial herbs from Chaco Serrano. *Austral Ecology* doi: 10.1111/12364.
- Giménez, A. M., Hernández, P., Figueroa, M. E., & Díaz Zírpolo, J. (2014). Biodiversidad y bosques, un desafío en el Chaco argentino. En: Cap.5: (pp. 133–163).
- Grau, H., Gasparri, N. I. et al. (2007). Regeneración ambiental en el Noroeste argentino Oportunidades para la conservación y restauración de ecosistemas, en: *La transición ecológica en el Noroeste argentino: oportunidades para la conservación y restauración de ecosistemas*. Vol. 17, Nº100: 42-56.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Kunst, C., Ledesma, R., Bravo, S., Albanesi, A., Anriquez, A., van Meer, H., & Godoy, J. (2012). Disrupting woody steady states in the Chaco region (Argentina): Responses to combined disturbance treatments. *Ecological Engineering*, 42, 42–53.
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornelissen, J. H. C. (2013). New Handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 23(34), 167–234.

## Una revisión del fuego como promotor de las invasiones de pinos en el Hemisferio Sur

Jorgelina Franzese<sup>1\*</sup>, Estela Raffaele<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Ecotono, INIBIOMA, CONICET - Universidad Nacional del Comahue

\*Autor de correspondencia: [jorgelina\\_franz@yahoo.com](mailto:jorgelina_franz@yahoo.com)

### Resumen

Las evidencias recopiladas de diversos estudios sobre el rol del fuego como promotor de las invasiones de pinos en el Hemisferio Sur son contradictorias. Realizamos una revisión bibliográfica para analizar la influencia de este disturbio sobre las respuestas de invasión de pinos en comunidades naturales del rango introducido. Se comparó la densidad de pinos reclutados naturalmente en hábitats quemados y no quemados, y en este análisis se consideró el efecto de la presencia de bancos de semillas aéreas (serotinia) y del tiempo desde el último incendio o desde la introducción de la plantación para los hábitats no quemados. Se obtuvieron 125 registros de densidad de 29 publicaciones, que correspondieron a 11 especies de pino más *Pseudotsuga menziesii*. Los pinos serótinicos tuvieron una abundancia siete veces mayor a la de los pinos no serótinicos en los hábitats quemados (serótinicos: 7718 ind/ha  $\pm$  3848 vs. no serótinicos: 1194  $\pm$  1188; media  $\pm$  ES; U= 40.5,  $p < 0.01$ ), pero no hubo diferencias en el grado de invasión entre ambos tipos de pinos en los hábitats no quemados (serótinicos: 1080 ind/ha  $\pm$  291 vs. no serótinicos: 534  $\pm$  364; media  $\pm$  ES;  $t_{59}$ = 1.59,  $p > 0.05$ ). Mientras que en los hábitats quemados la invasión se registró a pocos meses del fuego, en los hábitats no quemados la invasión se detectó a los 17 años desde la introducción de la plantación, alcanzando un nivel máximo a los 30 años. Los resultados indican que el fuego es un promotor esencial de la invasión de pinos en los hábitats naturales del Hemisferio Sur pero sólo para las especies serótinicas. Esto resalta la importancia de considerar los rasgos de vida de las especies introducidas con el fin de evaluar de qué manera su expresión puede determinar la probabilidad o el grado de invasión ante determinados disturbios. La rapidez con la que fueron invadidas las comunidades incendiadas también destaca el rol clave del fuego en el proceso de invasión. Un control temprano de la invasión evitaría los altos niveles de infestación observados, y su interferencia drástica en los procesos de sucesión post-fuego.

**Palabras Clave:** serotinia, invasión post-fuego, coníferas.

### Introducción

Investigaciones tempranas sobre los determinantes de la invasión de pinos en el Hemisferio Sur reconocieron al fuego como el disturbio de mayor contribución relativa al proceso de invasión (Richardson & Bond 1991). Sin embargo, la evidencia para muchas regiones estuvo representada por un número pequeño de estudios y/o por datos anecdóticos (Richardson & Bond 1991; Richardson et al. 1994; Richardson & Higgins 1998). Una búsqueda bibliográfica preliminar que incluyó estudios más recientes realizados en diferentes regiones del Hemisferio Sur, nos reveló una gran variación en el grado de invasión post-fuego reportado tanto para diferentes especies de pinos como para una misma especie (aún en un mismo tipo de hábitat), lo que pone en duda el rol del fuego como presunto promotor de la invasión. Si bien existen estudios de caso que documentan la invasión post-fuego de pinos en áreas de su rango introducido, no existe una generalización o síntesis de información sobre el efecto relativo del fuego sobre las respuestas de invasión, y sobre la importancia de ciertos factores (intrínsecos o extrínsecos) en modelar estas respuestas. En este trabajo realizamos una revisión bibliográfica para analizar la influencia del fuego sobre la invasión de pinos. Para lograr este objetivo comparamos la densidad de pinos reclutados naturalmente en hábitats quemados y no quemados, y en este análisis se consideró el

efecto de la serotinia y del tiempo desde el último incendio o desde la introducción de la plantación para los hábitats no quemados. En las especies serótinas las semillas son retenidas en conos que permanecen cerrados por uno o más años después de su maduración (Thanos 2004). En estas especies, el fuego estimula la dispersión de las semillas debido a que el calor propicia la apertura de los conos (Lamont et al. 1991), maximizando su disponibilidad cuando las condiciones para el establecimiento son las más favorables (Lamont & Enright 2000).

### **Materiales y Métodos**

Elaboramos una base de datos en base a bibliografía científica que reportó datos de densidad de pinos regenerados naturalmente en hábitats quemados y no quemados del Hemisferio Sur. La densidad de pinos fuera de los límites de la plantación fue usada como una medida del grado de invasión. La mayoría de los registros de densidad (78%) provinieron de estudios con un diseño experimental similar, que consistió en transectas (o parcelas) colocadas de forma perpendicular a la plantación y posicionadas desde el borde de la plantación hacia el hábitat circundante. Registramos la densidad de pinos promedio por transecta, y cuando un estudio informó datos para más de una transecta por plantación, promediamos los valores de densidad entre transectas. También registramos: la especie de pino, el país de introducción, el tipo de hábitat, la condición del hábitat (quemado o no quemado), y la edad de la plantación. Para los sitios quemados también se registró el tiempo desde el último incendio. Cada especie de pino se clasificó como serótina o no serótina en base a literatura publicada. Se estimó el tiempo que tardan los pinos en invadir en cada condición del hábitat sumando la edad de la primera producción de conos (en el rango introducido), más el periodo transcurrido hasta la documentación de la primera regeneración espontánea. Incluimos los registros para *Pseudotsuga menziesii* (Pinaceae) en la base de datos, aunque no los incluimos en los análisis comparativos entre hábitats quemados y no quemados porque pertenecieron a una sola condición de hábitat (no quemado).

### **Resultados**

Obtuvimos 125 registros de densidad de invasión de 29 publicaciones que correspondieron a 11 especies de pino más *Pseudotsuga menziesii* (Tabla 1). Menos del 30% de los registros correspondió a hábitats quemados. En estos hábitats la mayoría de los registros correspondieron a especies serótinas, mientras que para los hábitats no quemados la mayoría de los registros pertenecieron a especies no serótinas (Fig. 1).

Los pinos seróticos tuvieron una abundancia 7 veces mayor a los pinos no serotinos en los hábitats quemados (seróticos: 7718 ind/ha  $\pm$  3848 vs. no seróticos: 1194  $\pm$  1188; media  $\pm$  ES; U= 40.5,  $p < 0.01$ ; Fig. 2), pero no hubo diferencias en el grado de invasión entre ambos tipos de pinos en los hábitats no quemados (seróticos: 1080 ind/ha  $\pm$  291 vs no seróticos: 534  $\pm$  364; media  $\pm$  ES;  $t_{59} = 1.59$ ,  $p > 0.05$ ; Fig. 2).

Tabla 1. Lista de especies de coníferas recopiladas de la revisión bibliográfica. Cuando no se encontraron datos sobre la edad reproductiva para el rango introducido se informó la del rango nativo (números subrayados). El valor promedio de la edad de 1° reproducción (entre paréntesis) se calculó para aquellas especies que contaron con más de un registro para esta variable.

Especie	Rasgo	Edad de 1° reproducción (años) <sup>A</sup>
<i>Pinus contorta</i>	Serótina <sup>1</sup>	4, 5, 5, 5, 8, 14 (6.8)
<i>Pinus elliotti</i>	No serótina <sup>1</sup>	<u>8</u>
<i>Pinus glabra</i>	No serótina <sup>1</sup>	<u>10</u>
<i>Pinus halepensis</i>	Serótina <sup>1</sup>	5, 12, <14 (10.3)
<i>Pinus oocarpa</i>	Serótina <sup>2</sup>	10
<i>Pinus pinaster</i>	Serótina <sup>1</sup>	6, 10 (8)
<i>Pinus pinea</i>	No serótina <sup>1</sup>	<u>15</u>
<i>Pinus ponderosa</i>	No serótina <sup>1</sup>	15, 15.4, 17, 18 (16.3)
<i>Pinus radiata</i>	Serótina <sup>1</sup>	6, 6, 8, 9 (7.2)
<i>Pinus sylvestris</i>	No serótina <sup>1</sup>	10
<i>Pinus taeda</i>	No serótina <sup>1</sup>	5
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	No serótina <sup>3</sup>	7, 10.9, 11, 18 (11.7)
Edad reproductiva promedio	Serótina	8.5
Edad reproductiva promedio	No serótina	10.8

<sup>A</sup>: Información recopilada de diversas fuentes.

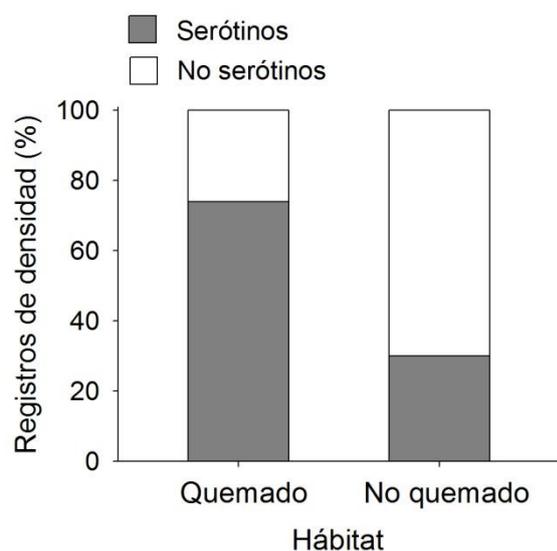
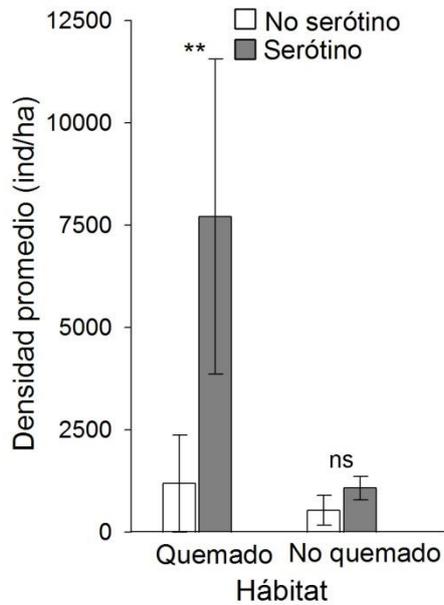
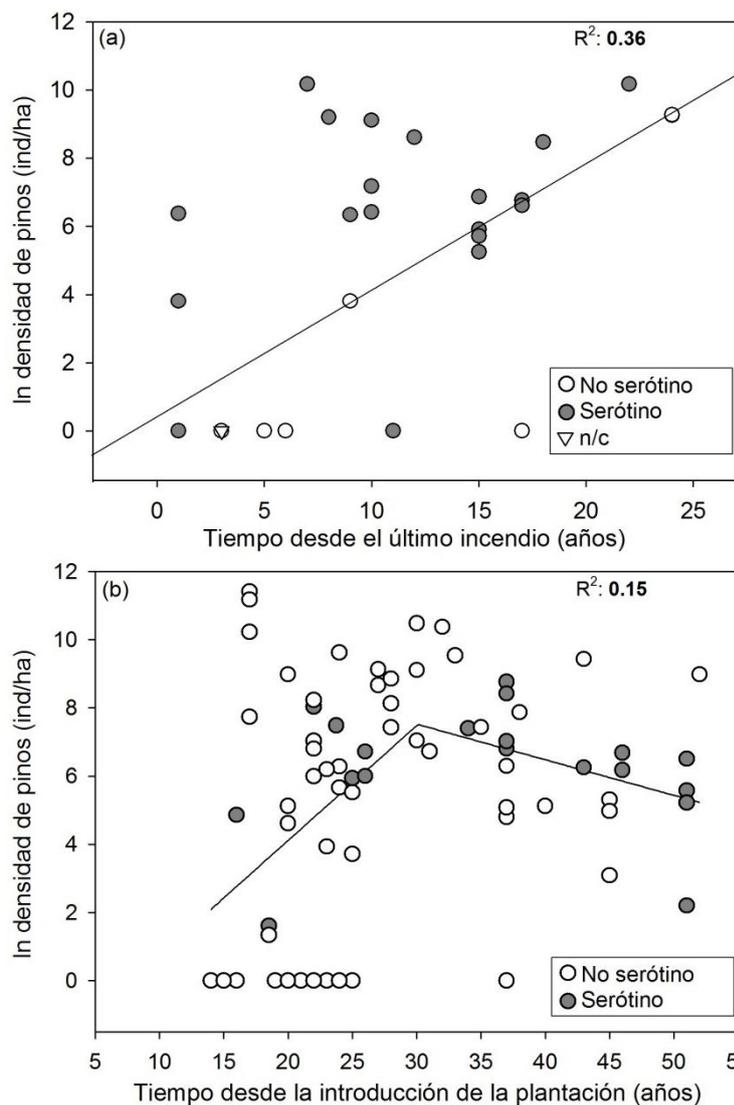


Fig. 1. Registros de densidad para especies de pino serótinas y no serótinas en hábitats quemados y no quemados del Hemisferio Sur.

En los hábitats quemados la densidad de invasión estuvo relacionado positivamente con el tiempo desde el último incendio ( $F_{1,31} = 19.02$ ,  $p < 0.001$ ; Fig. 3a). Las primeras invasiones correspondieron a especies serótinas y fueron registradas al año (o menos) de ocurrido el fuego. Por otro lado, en los hábitats no quemados la densidad de pinos aumentó con el tiempo desde la introducción de la plantación, hasta alcanzar un valor máximo a los 30 años (Fig. 3b). En estos hábitats el tiempo transcurrido hasta los primeros registros de invasión fue de 16 y 17 años para las especies serótinas y no serótinas, respectivamente (Fig. 3b).



**Fig. 2.** Densidad de pinos promedio ( $\pm$  ES) para especies de pino serótinas y no serótinas en hábitats quemados y no quemados del Hemisferio Sur.



**Fig. 3.** Invasión (ln densidad de pinos) en función del a) tiempo desde el último fuego (regresión simple,  $n= 33$ ), y b) tiempo desde la introducción de la plantación en hábitats no quemados (regresión partida,  $n= 76$ ). Los círculos representan el valor de densidad promedio para una o más transectas para cada plantación de referencia. n/c: no clasificado (plantaciones mixtas). Para la figura b: los datos correspondientes a *Pseudotsuga menziesii* se incluyeron en los análisis.

## Discusión

Los resultados indican que el fuego es un promotor esencial de la invasión de pinos en los hábitats naturales del Hemisferio Sur pero sólo para las especies serótinas. La rapidez con la que fueron invadidas las comunidades incendiadas también destaca el rol clave del fuego en el proceso de invasión. Estos resultados resaltan la importancia de considerar los rasgos de vida de las especies introducidas con el fin de evaluar de que manera su expresión puede determinar la probabilidad o el grado de invasión ante determinados disturbios. Por otro lado, las respuestas de invasión observadas en los hábitats quemados nos permiten sugerir que la invasibilidad de los pinos puede estar condicionada en gran medida por el régimen de fuego en las áreas de introducción.

Teniendo en cuenta que el fuego puede afectar negativamente a los hongos micorrícicos (Longo et al. 2014), y que la ausencia o baja abundancia de hongos micorrícicos apropiados puede limitar el establecimiento de especies de Pinaceae en el rango introducido (Nuñez et al. 2009, Nuñez et al. 2013), podría haberse esperado un nulo reclutamiento de pinos en el post-fuego inmediato en las cercanías de las plantaciones. Si bien esto se observó en algunos sitios, también hubo otros con bajos (44 pinos/ha), medios (585 pinos/ha), y altos (93000 pinos/ha) niveles de invasión, registrados sólo unos pocos meses después del fuego. Esto podría indicar que los hábitats quemados representan un escenario complejo para interpretar la interacción pino-hongos micorrícicos en el rango invadido, cuyo estudio es necesario para ampliar nuestra comprensión sobre la ecología de las invasiones de las coníferas exóticas.

Finalmente, el incremento año a año de la invasión en los hábitats no quemados muestra que el tiempo es un factor relevante en determinar el grado de la invasión de las especies de Pinaceae en ausencia de fuego.

## Conclusiones

Nuestro trabajo muestra que los ambientes quemados son más susceptibles a la invasión por las especies serótinas, siendo la invasión post-fuego muy temprana (<1 año) a diferencia de lo observado para los hábitats no afectados por fuego. Una correlación probada para diversas especies entre abundancia de la especie exótica y el nivel de impacto (Kumschick et al. 2015; Pearson et al. 2016) nos permite sugerir que los hábitats quemados son impactados en mayor medida (y más tempranamente) por la invasión de coníferas en comparación a los hábitats no quemados. Un control temprano de la invasión evitaría los altos niveles de infestación observados, y su interferencia drástica en los procesos de sucesión post-fuego. Un primer paso para disminuir los riesgos ecológicos y los costos económicos asociados a la invasión podría ser evitar el establecimiento de nuevas plantaciones de pinos seróticos en áreas susceptibles de quemarse. Esto debería ser particularmente relevante para las regiones del Hemisferio Sur en donde la serotinia representa un carácter novedoso.

## Bibliografía Citada

- Kumschick S, Gaertner M, Vilà M et al. 2015. Ecological impacts of alien species: quantification, scope, caveats and recommendations. *BioScience* 65:55–63.
- Lamont BB, Enright NJ. 2000. Adaptive advantages of aerial seed banks. *Plant Species Biol* 15:157–166.
- Lamont BB, Le Maitre DC, Cowling RM, Enright NJ. 1991. Canopy seed storage in woody plants. *Bot Rev* 57:277–317.

- Longo S, Nouhra E, Goto BT, Berbara RL, Urcelay C. 2014. Effects of fire on arbuscular mycorrhizal fungi in the Mountain Chaco Forest. *Forest Ecol Manag* 315:86–94.
- Nuñez MA, Hayward J, Horton TR, Amico GC, Dimarco RD, Barrios-Garcia MN, Simberloff D. 2013. Exotic mammals disperse exotic fungi that promote invasion by exotic trees. *PLOS ONE*. doi:10.1371/journal.pone.0066832.
- Nuñez MA, Horton TR, Simberloff D. 2009. Lack of belowground mutualisms hinders Pinaceae invasions. *Ecology* 90:2352–2359.
- Pearson DE, Ortega YK, Eren Ö, Hierro JL. 2016. Quantifying “apparent” impact and distinguishing impact from invasiveness in multispecies plant invasions. *Ecol Appl* 26:162–173.
- Richardson DM, Bond WJ. 1991. Determinants of plant distribution: evidence from pine invasions. *Amer Naturalist* 137:639–668.
- Richardson DM, Higgins SI. 1998. Pines as invaders in the southern hemisphere. In: Richardson DM (ed) *Ecology and biogeography of Pinus*, 1st edn. Cambridge University Press, Cambridge, pp 450-473.
- Richardson DM, Williams PA, Hobbs RJ. 1994. Pine invasions in the Southern Hemisphere: determinants of spread and invadability. *J Biogeo* 21:511–527.
- Thanos CA. 2004. Bradychory – The coining of a new term. In: *Proceedings of the 10th MEDECOS conference, 25 April-1 May, Rhodes, Greece*. pp. 1-6.

## Quemas prescritas para el control de arbustos en la Región Chaqueña: efecto sobre la estructura y supervivencia de arbustos

Ledesma R.<sup>1\*</sup>, Kunst C.<sup>1</sup>, Bravo S.<sup>2</sup>, Leiva M.<sup>2</sup>, Lorea L.<sup>1</sup>, Godoy J.<sup>1</sup> y Navarrete V.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero, INTA; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

\* Autor de correspondencia: [ledesma.roxana@inta.gob.ar](mailto:ledesma.roxana@inta.gob.ar)

### Resumen

El aumento en volumen y densidad de leñosas representa un problema serio para la ganadería de la Región Chaqueña. Los productores agropecuarios realizan quemas para reducir el estrato leñoso y mejorar la productividad y calidad forrajera. Sin embargo estas se realizan sin conocimientos técnicos sobre cuál es la prescripción más adecuada y los efectos ecológicos del fuego sobre las especies. El objetivo de este trabajo fue evaluar la supervivencia y la habilidad para rebrotar de *Acacia furcatispina* después del fuego, un arbusto dominante en la región. Se utilizó un diseño aleatorizado, con dos factores: año (2008 y 2009) y la estación de quema (Julio y Octubre) y los tratamientos (alta y baja carga de combustible fino). La altura y volumen del arbusto y número de rebrotes fueron evaluados antes y después del fuego y estas diferencias fueron analizadas **Dif H**, **DifV** and **Dif S** respectivamente. A mayor valor de estas variables, mayor es el efecto sobre el control de los arbustos. La intensidad del fuego **I**, el tiempo de residencia del fuego frontal **F-Rt**; el tiempo de residencia del fuego residual, **R-Rt**; la cantidad de residuos leñosos **W** y el volumen inicial de los arbustos **Vi**, fueron evaluados como covariables. La mortalidad de los arbustos fue mayor en 2009 que en 2008 debido a condiciones ambientales más secas previas a las quemas. La mayor carga de combustible fino generó un mayor valor de Dif S. Cuanto mayor fue I y la carga de combustible fino, mayor fue Dif S. Cuanto mayor fue la cantidad de residuos leñosos, mayor fue Dif V. Cuando R-Rt superó los 600 segundos, Dif V aumento. La cantidad de combustible fino y de residuos leñosos tuvo un impacto significativo sobre la supervivencia y el rebrote de los arbustos, por ello es muy importante considerar el manejo de los combustibles y los residuos al momento de planificar la práctica de quema prescrita en sitios invadidos por leñosas.

**Palabras Clave:** intensidad de fuego, supervivencia de arbustos, carga de combustible.

### Introducción

Pastizales y bosques de la Región Chaqueña han sufrido una importante degradación debido principalmente al sobrepastoreo y el cambio de la frecuencia del fuego (Morello y Saravia Toledo, 1959). Esta degradación se manifiesta en el incremento de la densidad y volumen de las leñosas principalmente arbustivas (Joubert et al. 2012). La dominancia de arbustos tiene diversos efectos sobre el ecosistema. Desde el punto de vista productivo, disminuye la productividad del forraje y la accesibilidad, el tránsito de la hacienda y el movimiento de la fauna silvestre (Van Auken 2009). En la Región Chaqueña como en otros ecosistemas, la secuencia tratamiento mecánico y fuego ha sido exitosa en el manejo de las leñosas invasoras (Kunst et al. 2012, Vesk 2012). En este trabajo, estudiamos el efecto de esta secuencia sobre el control de leñosas arbustivas en el Chaco semiárido analizando el comportamiento del fuego y las características de las especies. La hipótesis planteada fue que el tratamiento rolado y el fuego producen efectos diferentes sobre la mortalidad de individuos de *Acacia furcatispina*, el volumen del canopy y los rebrotes de acuerdo: a) el volumen inicial del arbusto, b) la estación del año, c) la cantidad de combustible fino y d) la cantidad de residuos leñosos.

### Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el campo experimental del INTA Santiago del Estero. El clima es semiárido con una precipitación media de 574 mm. Los inviernos son fríos y secos y los veranos lluviosos (Boleta et al., 2006). A una escala de 1:2000 los suelos y vegetación se localizan a lo largo

de una catena topográfica que se extiende desde el alto con vegetación de bosque hasta el bajo con vegetación de sabanas y pastizales, atravesando el ecotono con fisonomía de parque. En este estudio 40 parcelas de 2m x 2m fueron establecidas al azar en un sitio alto de bosque, durante los años 2008 y 2009. Los individuos de *A. furcatispina* fueron tomados como unidades experimentales. Dos fechas de quema fueron probadas (estación temprana, Julio y estación tardía, octubre). Dos cargas de combustible fueron utilizadas: a) alta, 8000 kg MS. ha<sup>-1</sup> y b) baja, 4000 kg MS. ha<sup>-1</sup>. La carga de los residuos leñosos, W fue determinada mediante el método de Brown (1974).

## Resultados y Discusión

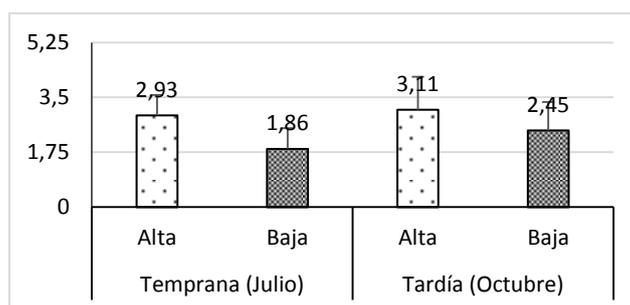
Durante los dos años que se desarrolló el estudio se registraron precipitaciones cercanas y más bajas que la media (Tabla 1). Ambos años presentaron diferencias en temperatura y humedad relativa del aire. Los efectos del fuego tales como la mortalidad así como los cambios en las estructuras de las plantas son productos del comportamiento del fuego y las características de las especies. El factor año, la estación, la carga de combustible fino y W, y la longitud de llama fueron considerados factores externos que modifican la dinámica anual y estacional del ambiente del fuego. Además, el manejo previo como el rolado que genera una gran producción de residuos leñosos impactó sobre los efectos del fuego en el arbusto. El Vi fue considerado como un factor interno que determina el vigor y el tamaño del arbusto.

La disparidad en las condiciones meteorológicas entre ambos años se atribuyó a un déficit de 150 mm de lluvia acumulada en el último año. La reducción de agua disponible produjo en un desecamiento de los combustibles resultando en fuegos de alta intensidad observados en 2009. Bravo et al (2014) encontraron resultados similares en experimentos de quemas prescritas sobre especies arbóreas de la Región Chaqueña. La dinámica natural de los parámetros meteorológicos indican que la estación temprana es fría y húmeda y para la estación tardía se torna caliente y seca (Kunst et al. 2015). Usando prescripciones de referencia para pastizales (Britton et al. 1987), las condiciones meteorológicas en 2008 estuvieron en el sector moderado de la ventana de prescripción, propiciando fuego de media a baja intensidad. Por otro lado, los parámetros del 2009, se encontraron hacia el otro extremo de la ventana, prediciendo fuego de alta intensidad. Las longitudes de llama confirmaron estas predicciones (Figura 1).

**Tabla 1.** Condiciones meteorológicas durante las quemas realizadas en Julio y Octubre de 2008 y 2009 en el campo experimental La María, en Santiago del Estero Experimental Station.

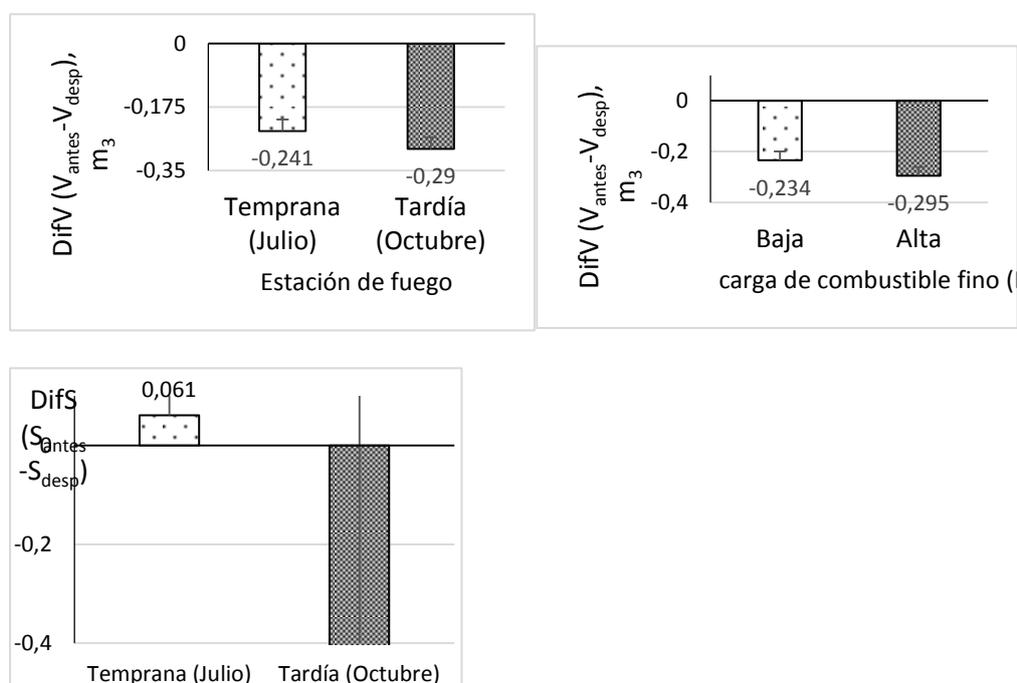
Variables	Año			
	2008		2009	
Luvia acumulada (mm) <sup>1</sup>	514		357	
Número de días con heladas (temperatura debajo 0°C)	30		43	
Estación	Temprana	Tardía	Temprana	Tardía
Fecha y hora de las quemas	17 de julio (entre 9:50 y 12:50)	24 de oct. (entre 10:15 y 15:50)	29 de julio (entre 11:45 y 16:25)	20 de oct. (entre 9:15 y 15:15)
Temperatura del aire (°C) <sup>2</sup>	24-27.1	26.6-28	15.5-24	25.6-38.2
Humedad relativa del aire (%) <sup>2</sup>	48-38	56-50	29-19	37-23
Velocidad del viento (km.h <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	3.7-2.8	3.4-2.4	1.3-2	0.9-7.3
Intensidad del fuego (kW.m <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>	1260.94	1132.14	2210.03	4054.67

<sup>1</sup> Lluvia registrada correspondiente al periodo activo del crecimiento de las plantas antes de cada experimento (Octubre a Abril) INTA Estación agrometeorológica. <sup>2</sup> Registrada durante los días de la quema. <sup>3</sup> Calculada acorde a Alexander (1982) (formula 1).



**Figura 1. a)** Longitud de llama (m) observada en las quemas experimentales en las parcelas con alta y baja carga de combustible fino, en las dos estaciones Julio y Octubre en el INTA, Santiago del Estero, Argentina.

La DifS media es un indicador del vigor y del éxito del rebrote, el rebrote es un mecanismo por el cual las especies persisten después de un disturbio (Pausas and Keeley 2014). Los arbustos de la Region Chaqueña están adaptados al fuego debido a esta habilidad, que es una característica determinada por el desarrollo, la protección y la fuente del banco de yemas viables (Casillo et al., 2006). En este experimento se analizaron las respuestas de otras especies arbustivas que no se encuentran detalladas en este estudio, entre ellas *A. furcatispina* mostro el mayor valor negativo en tamaño (DifV) y en la habilidad para rebrotar (DifS) después del fuego, sugiriendo que el fuego interfiere con el desarrollo de esta especie. *A. furcatispina* es común en sitios altos, donde la frecuencia de fuego es más baja que en los sitios bajos de pastizal, debido a la baja carga de combustible fino (Bravo et al. 2002). La estación de fuego influencio sobre las características de las plantas. La estación temprana y la baja carga de combustible fino presentaron los valores más bajos de DifS y DifV, sugiriendo que el fuego en esta época del año y con esta cantidad de combustible  $\approx 5000 \text{ kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$  no tendría un gran impacto sobre los arbustos.



**Figura 3.** Efecto de la estación de fuego y la carga de combustible fino sobre DifV y DifS

## Conclusiones

El fuego es una práctica aplicada para el control de arbustos en la Región Chaqueña. La quema prescrita es el fuego planificado con objetivos claros y precisos ¿Cómo se logra el éxito en el manejo de arbustos a través del fuego prescrito? Debido a que, tanto los tratamientos mecánicos, como es el rolado en esta experiencia y el fuego no producen la mortalidad de las plantas, un estudio adecuado de los efectos del fuego debe estar basado en el análisis de la arquitectura de las plantas, la reconstrucción del canopeo y la diversidad de la comunidad.

## Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias a la financiación de los Proyectos Regionales Centro y Oeste del INTA Santiago del Estero.

## Bibliografía Citada

Alexander, M., Thomas, D. 2006. Prescribed fire case studies, decision aids and planning guides. *Fire Management Today* 66: 5-20.

Boletta P. 1988. Clima. Cap. 1, pp.7–21. In: Desmonte y habilitación de tierras en la Región Chaqueña semiárida. R. Casas, ed. Red de Cooperación Técnica en el uso de los Recursos Naturales en la Región Chaqueña Semiárida, FAO, Santiago, Chile.

Bravo, S., Kunst, C., Leiva, M., Ledesma, R. 2014. Response of hardwood tree regeneration to surface fires, western Chaco region, Argentina. *Forest Ecology and Management* 326: 36-45.

Britton, C., Wright, H., Dahl, B., Ueckert, D. 1987. Management of tobosagrass rangeland with prescribed fire. Manage. Note 12. Dept. of Range and Wildlife. TTU, Lubbock, Texas, USA.

Brown, J. K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. USDA Forest Service. General Technical Report INT – 16. Utah, USA. 24 p.

Fernandes P., Matt Davies G., Ascoli D., Fernandez C., Moreira F., Rigolot E., Stoof G., Vega J., Molina D. 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Frontiers in Ecology and Environments* 11: e4–e14, DOI: 10.1890/120298.

Joubert, D., Smit, G., Hoffman, M. 2012. The role of fire in preventing transitions from a grass dominated state to a bush thickened state in arid savannas. *Journal of Arid Environments* 87: 1-7

Kunst, C., Ledesma, R., Bravo, S., Defossé, G., Godoy, J., Navarrete, V. 2012. Comportamiento del fuego en un pastizal del sitio ecológico media loma, región chaqueña occidental. *Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA*. <http://ria.inta.gov.ar/?p=1642>.

Van Auken O.W. 2009. Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *Journal of Environmental Management* 90, 2931-2942  
Morello, J., Saravia Toledo, C., 1959. El bosque chaqueño I y II. *Rev. Agronómica Noroeste Argentino* 3 (5–81), 209–258

## Restauración de bosques quemados: supervivencia y el crecimiento de lenga a 7 años de su plantación.

Urretavizcaya M.F.<sup>1,3</sup>, Contardi L.T.<sup>1,2</sup>, Gianolini S.<sup>1</sup>, Oyharçabal M.F.<sup>1</sup> y Defosse G.E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino-Patagónico (CIEFAP – CONICET)

<sup>2</sup> Ministerio de la Producción, Provincia del Chubut

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Autor de correspondencia: [mfurretavizcaya@ciefap.org.ar](mailto:mfurretavizcaya@ciefap.org.ar)

En el año 2008, el incendio denominado "La Colisión" quemó más de 260 ha de bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en áreas linderas al Parque Nacional Los Alerces en el Noroeste del Chubut. Dada la severidad del fuego y la superficie afectada, esos bosques presentan baja probabilidad de restablecerse naturalmente. Para asistir a su recuperación y avanzar en el conocimiento sobre técnicas de establecimiento, en el 2009 se instaló un ensayo de restauración activa mediante la plantación de plantines de lenga usando dos tipos de protectores individuales, y evaluar así sus efectos sobre la supervivencia y crecimiento de los mismos. Se plantaron 384 lengas de 2 años de edad, dentro de una clausura que excluía el ganado doméstico. En ella se instalaron 16 líneas de 24 plantas, a 2x2 metros. En una línea se usaron protectores arbóreos de malla metálica (MM) y en la otra tubos de polipropileno (TP). A los 4 años, la supervivencia y altura media fueron de 62% y 58cm con MM, y 69% y 92cm con TP. A los 7 años, esos valores fueron de 43% y 98cm para MM y 50% y 143cm para TP. No se encontraron diferencias significativas en la supervivencia entre protectores, pero si en la altura alcanzada. De los 4 a los 7 años, la mortandad registrada se pudo asociar a la presencia del tucu-tuco (*Ctenomys* sp.), un roedor nativo que construye madrigueras subterráneas en forma de galerías, dañando las raíces al alimentarse y royendo material leñoso para provocar el desgaste de sus dientes. El crecimiento corriente anual entre el 4º y 7 año de establecimiento varió de 6 a 24cm en MM y de 6 a 44cm en TP, observando mayor crecimiento absoluto en las plantas mas altas. Respecto al crecimiento relativo al tamaño del 4º año, el mismo es de 15 a 28% en MM y de 14 a 32% en TP. Los protectores TP generan un microambiente favorable al plantín, que le permite crecer mas en altura respecto a la MM. A sólo 7 años de la plantación hay lengas de 310 cm de altura con TP y de 240 cm con MM. El daño del tucu tucu aparece como un factor relevante a considerar en la planificación de la restauración.

**Palabras clave:** bosques templados, Patagonia, fuego, establecimiento.

## Severidad de fuego en bosques de Araucaria y recuperación de la producción de conos y su interacción con fauna exótica invasora en Argentina

Sanguinetti J <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Parque Nacional Lanín - Administración de Parques Nacionales*

Autor de correspondencia: [sanguinetti.javier@gmail.com](mailto:sanguinetti.javier@gmail.com)

Desde 2009 se está monitoreando la recuperación de la capacidad reproductiva de Araucaria araucana, la introducción de fauna exótica invasora, y sus efectos en seis incendios ocurridos entre 1987 y 2013 en Argentina, dentro y fuera del Parque Nacional Lanín. Se analizó la severidad del fuego, la mortalidad de araucarias en general y de semilleros en particular y se comparó la producción de conos y de kilos por hectárea de semillas (piñones) en bosques quemados y no quemados. Se estimó un promedio de 61% de mortalidad en araucaria (rango: 33-89%). En incendios recientes, los árboles sanos producen 2, 3 y 8 veces más conos que árboles con severidad baja (chamuscada), leve y moderada-fuerte, respectivamente. Estas diferencias se acentúan en años más productivos. Los árboles quemados hace 6 años o más, producen en promedio 62-66% menos conos que árboles sanos y se acentúa la diferencia con el aumento de la severidad de quema. Luego de un incendio, los árboles sobrevivientes tardan 30-32 años en equiparar la capacidad reproductiva de árboles sanos. Globalmente, los bosques quemados producen, en años de baja productividad, 8 veces menos semillas por superficie que bosques sanos (8 vs 64 kilos/ha) y 5 veces menos en años de alta productividad (121 vs 526 kg/ha). En Argentina los bosques de araucaria están invadidos por diferentes ensambles de fauna exótica invasora (liebre, conejo, jabalí, ciervo colorado, ganado), con una tendencia creciente en la diversidad y abundancia de sur a norte, la cual modifica la vegetación del sotobosque, la supervivencia de semillas y la capacidad de recuperación luego del fuego. Es necesario determinar la severidad de los bosques quemados y su respuesta en el corto y mediano plazo, conocer el contexto de invasiones biológicas de fauna y plantas, pinos especialmente, y de presiones humanas (ganadería, piñoneo y/o extracción de leña) para plantear la estrategia de restauración pasiva y/o activa en el ecosistema araucaria.

**Palabras clave:** mamíferos introducidos, bosques quemados, granivoría.

## Uso del fuego en el control de carnívoros silvestres en la Región central del Monte Austral Rionegrino: resultados de encuestas a productores ganadero

Hilda R. Alvarez<sup>1</sup>, Guillermo Defossé<sup>2</sup>, Francisco Seijo<sup>3</sup>, Edgar S. Villagra<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Oficina de Extensión Rural; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*

<sup>2</sup> *Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP-CONICET) y Dto. Forestal; Fac. de Ingeniería; UNPSJB*

<sup>3</sup> *Middlebury College C.V. Starr School in Spain*

<sup>4</sup> *Grupo sistemas de producción; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*

*Autor de correspondencia: [alvarez.hilda@inta.gob.ar](mailto:alvarez.hilda@inta.gob.ar)*

En los últimos años, en el centro de la Provincia de Río Negro, se abandonaron muchas explotaciones ganaderas producto de sequías y baja rentabilidad, reduciendo aún más la baja densidad poblacional. Esto produjo un incremento de carnívoros silvestres como el puma (*Puma concolor*), zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) y el gato montés (*Oncifelis geoffroyi*) en los establecimientos que permanecen aún activos con ganado ovino. Las pérdidas que estos carnívoros ocasionan en el ganado y los distintos métodos usados para su control, generan conflictos entre los productores y las agencias de conservación de la vida silvestre. Una forma de control menos violenta se basa en evitar/atenuar los ataques de carnívoros mediante técnicas o aproximaciones metodológicas disuasivas, como el fuego. Muchos productores admiten aplicarlo en forma empírica en sus campos, sin embargo, no existe información sistematizada que permita saber cómo y cuándo lo aplican, ni sus efectos sobre el control y/o la disminución de los ataques de carnívoros. En este trabajo presentaremos los resultados de encuestas estructuradas/ semi-estructuradas realizadas a pobladores rurales, las cuales son muy útiles para describir la aplicación de las distintas técnicas de fuego implementadas por ellos y para recabar información de manera precisa que permita indagar si el uso del fuego tiene algún efecto disuasivo sobre los ataques al ganado y analizar su incidencia sobre el sistema ganadero.

**Palabras clave:** uso tradicional de fuego, carnívoros, control.

## Quema prescrita en una forestación de pino oregón en Patagonia: evaluación ecológica luego de dos estaciones de crecimiento post-quema.

Godoy MM<sup>1,2,3</sup>, Bachfischer M<sup>4</sup>, Lederer N<sup>1,2,3</sup>, Gutiérrez EA<sup>5</sup>, Bonansea J<sup>6</sup>, Defossé GE<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico CIEFAP y CONICET

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería de la UNPSJB, sede Esquel

<sup>3</sup> Servicio de Prevención y Lucha contra Incendios Forestales, Provincia de Río Negro, Argentina

<sup>4</sup> Servicio Nacional de Manejo del Fuego, Argentina

<sup>5</sup> Servicio Provincial de Manejo del Fuego, Prov. del Chubut, Argentina

Autor de correspondencia: [mmgodoy@ciefap.org.ar](mailto:mmgodoy@ciefap.org.ar)

Aunque las coníferas que se implantan en Patagonia han co-evolucionado con fuegos periódicos como disturbio natural en sus lugares de origen, la práctica silvicultural de quemas prescritas bajo dosel que imiten ese disturbio son prácticamente infrecuentes en las forestaciones de Patagonia, Argentina. En septiembre de 2014 llevamos a cabo en El Foyel, prov. de Río Negro, una quema prescrita con el objetivo de reducir los residuos de poda y raleo para disminuir el riesgo de fuegos indeseados, y a la vez enseñar y entrenar a los practicantes en el manejo de esta técnica. La quema abarcó 3 ha en un rodal de pino oregón de 29 años de edad, cuya densidad era de 250 árboles por ha, estando circundado por vegetación nativa y forestaciones de pino sin manejo. La biomasa total de residuos en el rodal fue de 37 ton/ha (2,5; 10,8 y 23,7 ton/ha de biomasa fina, mediana y gruesa, respectivamente). La quema fue realizada a finales del invierno, con una temperatura diaria que varió entre 10° y 17°C, una humedad relativa del aire de entre 30 y 45%, y una velocidad máxima de viento de 4,3 km/h. El comportamiento del fuego se mantuvo bajo las condiciones de la prescripción, lográndose reducir el combustible fino en un 60%, los medianos en un 40% y los gruesos en un 23%. Esta quema resultó exitosa en cuanto a la baja mortalidad de árboles del rodal luego de una temporada de crecimiento. Los datos aportados en este trabajo sobre los efectos de la quema dos temporadas después de realizada, no solo son de importancia en cuanto a la reducción del riesgo de incendios futuros, o la supervivencia de pino oregón, sino también sobre la evolución de las especies que componen su sotobosque. Este tipo de información es crucial para poder incorporar las quemas prescritas como práctica silvicultural en otras forestaciones de Patagonia.

**Palabras clave:** residuos de poda y raleo, biomasa, efectos del fuego.

## Biomasa residual y efectos de la reducción de residuos sobre propiedades edáficas de forestaciones en un gradiente edafo-ambiental de Patagonia

Lederer N. S.<sup>1,2</sup>, M. M. Rago<sup>1,2</sup>, M. M. Godoy<sup>1,2,3</sup>, G. E. Defossé<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Esquel (UNPSJB)

Autor de correspondencia: [nlederer@correociefap.org.ar](mailto:nlederer@correociefap.org.ar)

La forestación con coníferas es incipiente en el ecotono bosque-estepa de la Patagonia Andina. De alrededor de 800 mil ha que poseen buen potencial de forestación, sólo 90 mil han sido efectivamente forestadas. En la mayoría de ellas no se han realizado las prácticas silviculturales adecuadas, tales como poda y raleo, y cuando se llevan a cabo, los residuos son dejados in situ, sin tratarlos. Los objetivos de este estudio son a) cuantificar la biomasa residual en cuatro rodales podados y raleados ubicados en un gradiente de precipitaciones que comprenden un sitio húmedo, uno méxico y dos secos; y b) determinar los efectos que diferentes técnicas de reducción de residuos, como son 1) quema prescrita, 2) triturado 3) triturado más quema prescrita, y 4) control (testigo), tienen sobre algunas propiedades del suelo. Antes de aplicar los tratamientos, la carga de combustible de residuos (grueso, medio y fino) fue similar en los sitios 1, 2 y 3. En el sitio 4 fue muy inferior debido a las características de la vegetación sobre la que se plantó (pastizal degradado) y a forestaciones menos densas. A lo largo de la primera temporada, la humedad de la materia orgánica en superficie, y en todas las profundidades del perfil del suelo, fue mayor en el sitio húmedo, y de manera constante disminuye hacia los sitios méxicos y secos. A su vez, la humedad en superficie fue significativamente mayor en el tratamiento control, en comparación con los otros tratamientos. Por otro lado, el porcentaje de materia orgánica y pH en dos de los sitios (1 y 2), se comportó de manera similar en todos los tratamientos y profundidades. El agua del suelo, en cambio, mostró una tendencia a tener un mayor valor en todos los perfiles en el tratamiento de quema en comparación con los demás. Se presentarán resultados de los efectos en la humedad edáfica a lo largo del perfil y de la materia orgánica en superficie de la segunda temporada de muestreos.

**Palabras clave:** tratamiento de residuos, factores edáficos, quemas prescritas.

## Emisiones de GEI por incendios y balance de carbono en bosques de ciprés de la cordillera en la Patagonia Andina Central de Argentina

Bertolin, M. L<sup>2</sup>, M.F. Urretavizcaya<sup>1,2,4</sup>, G. E. Defossé<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Esquel (UNPSJB)

Autor de correspondencia: [lilabertolin@gmail.com](mailto:lilabertolin@gmail.com)

Los incendios forestales son reconocidos como una importante fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que a su vez afectan al cambio climático. Dada la importante acumulación de carbono que contienen los ecosistemas boscosos, su monitoreo y manejo son actividades fundamentales para una mejor comprensión del calentamiento global y sus consecuencias sobre el ambiente. La Patagonia Andina Central presenta una gran superficie de bosques mixtos y puros dominados por el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), los que han sido afectados por fuego periódicos en toda la región desde tiempos inmemoriales, siendo aún vulnerables debido principalmente a la gran presión de uso antrópico. El objetivo de este trabajo fue: 1) estimar las emisiones de GEI por incendios, remociones, y balance de carbono post-incendio, en dos sitios de bosque de ciprés ubicados en la zona oeste de la provincia de Chubut (sitio 1: 43° 07' S - 71° 33' W; 42° 58' S - 71° 32' O) afectados por incendios en 1987 y 2008, y 2) calcular el tiempo de recuperación del carbono perdido desde el evento fuego hasta la actualidad. Las diferencias entre los niveles de biomasa y superficie del bosque quemado explican los distintos valores en las emisiones de GEI entre sitios (CO<sub>2</sub> 91,4 y 44,3 Gg). Los valores de biomasa perdida fueron de 45 y 28 tn C ha<sup>-1</sup> en cada sitio, respectivamente. Los balances de carbono arrojaron resultados negativos (máx: - 12,5 GgC). Dadas la tasa de captura de C anual actual estimada para los sitios quemados, el tiempo para la recuperación de la biomasa perdida medida por el secuestro de CO<sub>2</sub> atmosférico, resulta de 26 años para el sitio 1 y 8 años para el sitio 2. Comparado con trabajos similares en bosques de lenga, se puede apreciar una clara diferencia en los tiempos de recuperación de carbono, siendo los de ciprés significativamente más cortos que los de lenga. Este trabajo aporta al conocimiento regional sobre la dinámica del carbono en estos bosques, y a nivel mundial realza la importancia del desarrollo de estudios espacio-temporales más extensos.

**Palabras clave:** carbono, emisiones, balance.

## Efectos del fuego sobre el banco de semillas de un pastizal del noroeste de la Patagonia

González S. L<sup>1</sup>, L. Ghermandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Ecotono, INIBIOMA-UNComahue

**Autor de correspondencia:** [sofia903@gmail.com](mailto:sofia903@gmail.com)

Los componentes derivados del fuego como el humo y el calor pueden romper la dormancia de las semillas presentes en el banco del suelo. Se evaluó el efecto del humo, del calor y de la combinación de ambos factores en el banco de semillas del suelo de un pastizal del noroeste de la Patagonia (Estancia San Ramón, Río Negro). En abril 2008, se recolectaron muestras de suelo de 2 cm de profundidad y 10 cm de diámetro que se estratificaron en frío durante un mes. Las muestras fueron expuestas a cuatro tratamientos: temperatura alta (80°C, 5'), humo (60'), combinación de temperatura alta y humo, y control. Luego de la aplicación de los tratamientos, las muestras se colocaron en una cámara de germinación con fotoperíodo y temperatura controlada. Se calcularon las siguientes variables: número de semillas total y de las especies más abundantes, el tiempo medio de germinación, y el porcentaje de semillas germinadas durante la primer a semana. Las especies más abundantes fueron las exóticas *Draba verna*, *Rumex acetosella*, *Holosteum umbellatum* y *Verbascum thapsus*. Los tratamientos de temperatura alta y humo no afectaron significativamente el número de semillas totales y de las especies más abundantes respecto al control. Sin embargo el humo incrementó la tasa de germinación de *D. verna*, *V. thapsus* y *H. umbellatum* en la primer semana. Además, el humo aceleró la germinación de *D. verna*. Las semillas de estas especies anuales y bienal (*V. thapsus*) son muy pequeñas (0,016-0,09 mg), característica que les permite enterrarse en perfiles más profundos y sobrevivir a las temperaturas altas de los incendios, debido al efecto aislante del suelo. El hecho de que germinen antes cuando son estimuladas por el fuego significa que están adaptadas al fuego y que detectan y ocupan rápidamente los claros post-incendio. Se trata de un comportamiento típico de las especies llamadas "seeders" (semilladoras), que germinan masivamente luego de un incendio.

**Palabras clave:** calor, germinación, humo.

## Caracterización de la capacidad rebrotante post-fuego de especies leñosas del noroeste patagónico

Blackhall M<sup>1</sup>, De Paz M<sup>1</sup>, Gobbi ME<sup>2</sup>, Raffaele E<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio Ecotono, INIBIOMA-UNCo, CONICET

<sup>2</sup> Departamento de Biología, INIBIOMA-Universidad Nacional del Comahue

**Autor de correspondencia:** [meliblackhall@gmail.com](mailto:meliblackhall@gmail.com)

Durante la regeneración post-fuego temprana en el noroeste patagónico, las especies capaces de rebrotar y regenerar inmediatamente luego de un incendio proporcionan las condiciones adecuadas y favorables para facilitar, con el tiempo y a largo plazo, la recuperación de los bosques mésicos. En distintos tipos de bosques quemados se ha determinado recientemente que luego de un incendio la regeneración de la vegetación es básicamente por rebrote durante los primeros 10 años, mientras que en general las primeras plántulas se registran recién a partir de los 10-15 años luego del incendio. En este contexto, donde las especies rebrotantes son la clave para la regeneración y restauración de los nuevos paisajes, estudiamos la capacidad y vigor de rebrote de 14 especies leñosas abundantes y dominantes de los matorrales del noroeste patagónico. En tres sitios incendiados se marcaron en promedio 15 individuos de cada especie y durante el primer verano luego del incendio se midieron diferentes variables asociadas a la biomasa quemada y remanente, y a los tejidos verdes rebrotantes. Dentro de los resultados preliminares encontramos diferentes patrones que variaron según la especie en estudio. Por ejemplo, la exótica *Rosa rubiginosa* presentó a mayores diámetros basales de los ejes quemados, un mayor número de ejes nuevos rebrotantes ( $p=0,01$ ). Las nativas *Lomatia hirsuta* y *Schinus patagonicus* mostraron una tendencia negativa entre el número de ejes nuevos rebrotantes y la severidad del fuego sobre el individuo ( $p<0,09$ ). En cambio en *Nothofagus antarctica* se observó que a mayor severidad del fuego sobre un individuo, mayor es el número de ejes nuevos rebrotantes registrados ( $p=0,02$ ), indicando así una posible adaptación al fuego como disturbio. Estos nuevos resultados permitirán describir y explicar los mecanismos de regeneración y posible adaptación de ciertas especies de los matorrales del noroeste patagónico a un particular régimen de incendios, y a su vez aportan información para el desarrollo de pautas de restauración y manejo ante un escenario de cambio climático global.

**Palabras clave:** regeneración, incendios, rebrotes.

## Influencia de las quemas prescritas en la mesofauna de suelo: Resultados preliminares en un bosque de *Pinus ponderosa* Douglas ex Laws, Chubut

Dadamia MM<sup>1</sup> Lederer N<sup>2</sup> Rizzuto S<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigaciones en Evolución y Biodiversidad. FCN-Sede Esquel-  
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP- CONICET)

**Autor de correspondencia:** [srizzuto@unpata.edu.ar](mailto:srizzuto@unpata.edu.ar)

Las forestaciones requieren diferentes tratamientos silvícolas y cuidados para mantener el bosque introducido saludable y productivo. Una práctica común para la reducción de los residuos forestales acumulados, luego de realizadas las podas y raleos, es la prevención de incendios mediante el uso de quemas prescritas. El tipo de severidad del incendio depende de la acumulación de materia orgánica. Cuando el fuego es muy intenso como en los bosques nativos, este permanece muchas horas en el suelo calcinándolo y eliminando las formas de vida existentes en él, mientras que en las quemas prescritas no se alcanzan temperaturas tan altas que puedan eliminar esta fauna. Algunos efectos del fuego sobre ésta pueden ser reversibles dependiendo de la severidad y la intensidad. La función ecológica de la mesofauna es importante, por cuanto contribuyen activamente a la descomposición de los residuos vegetales utilizándolos como alimento, estimulando la actividad bacteriana y fúngica, acelerando los procesos de mineralización y humificación, aumentando la fertilidad del suelo; y además intervienen en la fijación del calcio y del nitrógeno. Hasta el momento no se han realizado en Argentina estudios de este tipo, por lo que este trabajo presenta un primer acercamiento a esta temática. El objetivo del trabajo fue determinar la presencia y abundancia de la mesofauna de suelo en cuatro tratamientos: control, triturado, quema y triturado-quema, en un bosque *Pinus ponderosa*, en la localidad de Trevelin, Chubut. En este ensayo se muestreó la mesofauna durante una estación estival en todos los tratamientos. Los primeros resultados muestran que en el control y en el triturado hay mayor número de taxa. Cuando se analizan las abundancias de ácaros obtenemos la siguiente relación triturado>quemado>triturado-quemado>control. Es evidente que los cambios producidos por algunos tratamientos favorecen la actividad biológica del suelo. Sin embargo, no hay información suficiente para generalizar estos datos, siendo necesario continuar con la toma de datos en otras estaciones.

**Palabras clave:** ácaros, fuego, plantación.

## Ensayo de restauración y control de la invasión de *Pinus radiata* en una plantación quemada en el noroeste de la Patagonia

Franzese J<sup>1</sup>, Rodríguez J<sup>2</sup>, Finster G<sup>3</sup>, Postler V<sup>4</sup>, Raffaele E<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIBIOMA, CONICET-Universidad Nacional Comahue,

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

<sup>3</sup> Subsecretaría de Bosques y Parques, Provincia del Chubut

<sup>4</sup> Subsecretaría de Bosques y Parques, Provincia del Chubut

**Autor de correspondencia:** [JORGELINA\\_FRANZ@YAHOO.COM](mailto:JORGELINA_FRANZ@YAHOO.COM)

El fuego puede interactuar de forma sinérgica con la invasión de pinos, ocasionando una severa degradación de los bosques nativos. Este escenario destaca la necesidad de evaluar la efectividad de los métodos de control de la invasión post-fuego y de las acciones llevadas a cabo con el fin de restaurar las áreas afectadas. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la efectividad del control por remoción manual de la regeneración de pinos post-fuego, y monitorear la sobrevivencia y crecimiento de cipreses plantados luego del control. El trabajo se llevó a cabo en la Reserva de Usos Múltiples Lago Epuyén (Chubut), en 1 ha de plantación adulta de *Pinus radiata* incendiada en el 2012 y que fue invadida inmediatamente por pino. El área de estudio se encuentra dentro del Sitio Piloto Bosque Andino Patagónico (Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación). En el año 2013, luego de extraer de la parcela los árboles quemados, se removió manualmente la invasión (465000 ind/ha) y se plantaron 500 cipreses de 3 años de edad. Los muestreos se llevaron a cabo en el verano de 2014 y 2016. En el 2014 la altura promedio de los cipreses fue de 30 cm (rango: 5-74 cm), y se registró un 10% de mortandad principalmente en los individuos  $\leq 20$  cm. En ese mismo año se observó una abundante regeneración de pino (38 cm de altura promedio; rango: 2-120 cm). En el 2016, los cipreses midieron 34 cm (12-83 cm), observándose un 30% de mortandad en relación a lo plantado inicialmente. La densidad promedio de pinos fue de 4808 ind/ha, alcanzando una altura promedio de 130 cm (9-270 cm). Los resultados indican que si bien una única remoción manual de los pinos disminuyó en gran medida el nivel de invasión en relación con las condiciones post-fuego, no fue una medida efectiva de control. Deberían probarse sucesivas remociones para evitar el reclutamiento continuo en la parcela, o evaluar métodos alternativos de control. El rápido crecimiento de los pinos indica que el control debe realizarse tempranamente para evitar su interferencia por competencia con los cipreses.

**Palabras clave:** invasión post-fuego, manejo de la invasión, *Austrocedrus chilensis*.

## Manejo de material combustible por medio de quemas controladas en la región de estepa, estado del Paraná, Brasil

Celso Darci Seger<sup>1</sup>, Antonio Carlos Batista<sup>2</sup>, Alexandre França Tetto<sup>2</sup>, Ronaldo Viana Soares<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biólogo, alumno pós- doctorado en Ingeniería Forestal, Universidade Federal do Paraná

<sup>2</sup> Profesor, Programa de Postgrado en Ingeniería Forestal, Universidade Federal do Paraná, Brasil.

Autor de correspondencia: [batistaufpr@ufpr.br](mailto:batistaufpr@ufpr.br)

### Resumen

Muchos biomas de la Tierra son altamente propensos a la ocurrencia de incendios forestales. Para disminuir los índices de riesgo de incendios, la adopción de medidas de manejo de la vegetación es importante, especialmente para la reducción o eliminación del material combustible disponible para el fuego. El uso del fuego con el fin de reducir los materiales combustibles es una práctica común en muchos países, siendo aplicada con frecuencia. Una de las técnicas más eficientes para la reducción de material combustible por el fuego es a través de quemas controladas. En Brasil, el uso de quemas controladas con fines de manejo de la vegetación y en la reducción de material combustible todavía es una práctica poco conocida, especialmente en vegetación de sabana y estepa, las cuales presentan alto peligro de incendios. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del fuego y la reducción del material combustible por medio de quemas controladas en la vegetación de estepa del Estado del Paraná, Brasil, en diferentes épocas del año. El estudio se realizó en la Reserva Particular del Patrimonio Natural "Camino de las Tropas" en el municipio de Palmeira, coordenadas 25°20'53"S y 49°47'39"O. Para alcanzar el objetivo del estudio los experimentos se realizaron en dos periodos: pre-invierno (antes de la ocurrencia de nevadas) y post-invierno (después de la ocurrencia de las nevadas). En los dos experimentos fueron utilizadas dos técnicas de quema: a favor y contra el viento. La eficiencia de la quema se determinó por la cantidad de combustible consumido en kg.m<sup>2</sup> y el porcentaje que esto representa del total. En el experimento pre-invierno las medias de las características del material combustible en las fases pre y post-quemas fueron: combustible total = 2,53 kg.m<sup>-2</sup>; contenido de humedad = 80,53% y combustible consumido = 1,64 kg.m<sup>-2</sup>. Para el período post-invierno los promedios fueron: combustible total = 2,26 kg m<sup>-2</sup>; contenido de humedad = 50,45% y combustible consumido = 1,76 kg.m<sup>-2</sup>. Las medias de las variables del comportamiento del fuego en el experimento de pre-invierno fueron: velocidad de propagación del fuego = 0,343 m.s<sup>-1</sup>; altura de las llamas = 1,13 m; intensidad del fuego = 85,53 kcal.m<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup> y calor liberado = 3 239,08 kcal.m<sup>-2</sup>. En el experimento de post-invierno se obtuvieron los promedios siguientes: velocidad de propagación del fuego = 0,304 m.s<sup>-1</sup>; altura de las llamas = 1,09 m; intensidad del fuego = 130,50 kcal.m<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup> y calor liberado = 4 202,16 kcal.m<sup>-2</sup>. La eficiencia de la quema en el periodo pre-invierno fue de 1,64 kg.m<sup>-2</sup> equivalente al 65,75% del total. En el período post-invierno la eficiencia fue 1,76 kg.m<sup>-2</sup> con un porcentaje del 76,86% del total. Los resultados de la investigación permitieron concluir que el mejor momento para llevar a cabo las quemas controladas para reducir el combustible en la región de la estepa de Paraná, es en el período post-invierno y la mejor técnica es la quema contra el viento.

**Palabras clave:** prevención de incendios, comportamiento del fuego, manejo del fuego.

# ECOFUEGO II

## Organizaciones de manejo del fuego (aspectos legislativos, sociales y económicos)

## Regímenes de incendio divergentes en dos ambientes con niveles dispares de desarrollo económico

Francisco Seijo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Empresa University (IE University), School of International Relations, C/ Maria de Molina, 31 Bis, Madrid 28003*

\*Autor de correspondencia: [fseijo@faculty.ie.edu](mailto:fseijo@faculty.ie.edu)

### Resumen

Los seres humanos han desempeñado una función ecológica crítica mediante el manejo del fuego en muchos ecosistemas de tipo mediterráneo. Aunque los castaños están ampliamente representados en los paisajes mediterráneos se conoce muy poco sobre sus regímenes de incendio históricos. Nuestro objetivo en este estudio fue generar hipótesis sobre las fuerzas motrices que han condicionado la dinámica de los regímenes de incendio históricos en ecosistemas forestales con presencia de esta especie. Para examinar el papel jugado por los seres humanos seleccionamos dos castaños con características biofísicas parecidas pero localizadas en dos municipios del Sistema Central en España con niveles dispares de desarrollo económico y políticas de gestión y manejo del fuego. La interacción y circuitos de retroalimentación entre los regímenes de incendio y la evolución histórica de estos dos paisajes fue caracterizada mediante un estudio dendro-ecológico piloto, estadísticas oficiales de incendios, análisis de fotografías aéreas y datos del inventario forestal nacional. Los resultados preliminares sugieren que la incidencia de incendios se ha incrementado en ambas localidades desde la era pre-industrial pero que la estacionalidad de incendios, su tamaño y efectos sobre la estructura de los rodales ha cambiado en mayor medida en los castaños del municipio más desarrollado económicamente. Estos cambios probablemente se deban a la interrupción de las quemadas de sotobosque de baja intensidad anuales llevadas a cabo desde tiempos inmemoriales por los habitantes de estas localidades.

Palabras Clave: dimensiones humanas de incendios forestales, ecología del fuego, rango histórico de variabilidad

### Introducción

Los fuegos de origen antropogénico han jugado un papel clave en la conformación de la estructura y los procesos de los ecosistemas de tipo Mediterráneo (MTE) densamente poblados durante milenios, tales como los de la cuenca mediterránea (Grove y Rackham, 2000; Pausas, 2004). En la Península Ibérica, los castaños en particular, han sido activamente gestionados por los seres humanos durante siglos (Conedera et al., 2004). El castaño (*Castanea sativa* Mill.) es una especie de hoja caduca, de madera dura que pertenece a la familia Fagaceae. La especie parece ser originaria de la Península Ibérica con refugios glaciales identificados en España y Portugal (Postigo-Mijarra et al., 2010). Los castaños han sido ampliamente cultivados en todo el mundo por su fruto y madera, pero sobre todo a través de la cuenca mediterránea, y su área de distribución geográfica está estrechamente asociada con las actividades de sociedades cuyo origen se remonta a la era pre-industrial (Conedera et al., 2004). En la actualidad, los bosques de castaños se concentran principalmente en el sur de Europa: Francia, Italia, España, Portugal y Suiza (Conedera et al., 2004).

En consonancia con otros autores asumimos que los seres humanos deben considerarse como una parte integral de los ecosistemas forestales debido, entre otras cosas, al papel desempeñado por las quemadas controladas antropogénicas para influir en los regímenes históricos de incendios (por ejemplo Keane et al., 2009). Sin embargo, los cambios socioeconómicos inducidos desde el comienzo de la era industrial, tales como el abandono de las prácticas y usos de gestión de ecosistemas tradicionales, junto con el cambio climático y otros factores significan que las modificaciones de los regímenes de incendios en MTEs pueden conducir a una mayor probabilidad de ocurrencia de grandes incendios forestales (Fernandes et al., 2013). Para ayudar a comprender la

poca investigada ecología del fuego de los castaños - y las posibles consecuencias de los cambios de manejo del fuego contemporáneas en ellos – en este estudio exploramos la historia y dinámicas divergentes de los regímenes de incendios antropogénicos en dos paisajes forestales dominados por castaños pero con distintos grados de desarrollo económico y político en el Sistema Central de España.

Los gestores y estudiosos están cada vez más preocupados por la capacidad de recuperación de los castaños existentes a nuevos regímenes de perturbación emergentes, particularmente a la luz del abandono rural generalizado y la desaparición de las prácticas tradicionales de gestión tradicionales de la era pre-industrial (Pezzatti et al, 2013). Los esfuerzos previos para identificar "puntos de cambio" en los regímenes de incendio históricos en los ecosistemas forestales compuestos mayoritariamente por castaños se han centrado en el análisis de la frecuencia de incendios y la propagación o la superficie quemada de los mismos, concluyendo que sólo las estrictas prohibiciones de todo tipo de quemas antropogénicas pueden conducir a la futura gestión adecuada de ambos atributos cambiantes (por ejemplo, Pezzatti et al., 2013).

En este artículo planteamos la hipótesis de que, además de estos factores, un conjunto de variables humanas y biofísicas, como los cambios de combustible provocados por transformaciones en la estructura de los bosques, los patrones de ignición (particularmente la estacionalidad) y el cambio climático - lo que en la literatura se ha definido como el "triángulo de los mega-incendios" - pueden estar jugando un papel importante en estos cambios en el régimen de incendios (Stephens et al., 2014). Ante este nuevo escenario emergente, y para mitigar el riesgo de la aparición de "Grandes Incendios Forestales" (definición estadística oficial en España > 500 hectáreas) en estos ecosistemas forestales, los gestores parecen enfrentarse a una elección entre dos políticas alternativas: el aumento del esfuerzo en la extinción de incendios o la prevención de los mismos mediante quemas prescritas (Khabarov et al, 2014).

## Métodos

Para este estudio seleccionamos dos localidades ubicadas en ambientes biofísicos similares - y por lo tanto asumimos que las variables ecológicas podían ser controladas pero con variables económicas y políticas divergentes. La principal diferencia entre los dos paisajes estudiados, por lo tanto, se manifiesta en sus diferentes niveles de desarrollo económico y estrategias administrativas de manejo del fuego. La importancia de los diferentes tipos de circuitos de retroalimentación existentes entre la actividad humana y los procesos ambientales ha sido subrayada por el reciente desarrollo de marcos conceptuales tales como Sistemas Humanos/Naturales Acoplados (CHANS). En el contexto CHANS esta relación presente entre los castaños y los humanos se refiere a "efectos de legado" y, en concreto, en este caso, a las prácticas de gestión de la era pre-industrial de sus paisajes tradicionales que pueden influir en los patrones naturales de sucesión en la vegetación durante décadas o siglos (Perry et al., 2008).

Aquí, examinamos el papel desempeñado por el conocimiento ecológico tradicional (TEK; Berkes, 2000), y su derivada, el conocimiento tradicional del fuego, (TFK: Huffman, 2013; Seijo et al., 2015) en las quemas controladas tradicionales y su efecto a largo plazo sobre estos paisajes. TFK se puede definir como "el conocimiento, las creencias relacionadas con el fuego, y las prácticas que se han desarrollado y aplicado sobre los paisajes para fines específicos por los habitantes de larga duración" (Huffman, 2013: 1) y es una variante del TEK. A su vez, TEK es "el cuerpo acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias que evolucionan por procesos adaptativos y transmitido en las generaciones por transmisión cultural, acerca de las relaciones de los seres vivos [incluidos los seres humanos] entre sí y con su medio natural" (Berkes et al., 2000: 1). Este estudio, por lo tanto, pretende abrir un debate sobre si la dinámica del régimen de incendios actual entra dentro del rango histórico de variabilidad (HRV) de los bosques de castaños. Además nos planteamos cómo las hipótesis que hemos generado en base a estos dos estudios de caso iniciales, si resultase corroborada por otras investigaciones, pueden ser relevantes para la gestión de los castaños en

toda la cuenca mediterránea, en particular con respecto a las prácticas tradicionales basadas en TEK y TFK.

Para hacer frente a estas cuestiones reconstruimos los regímenes históricos de incendios en ambas localidades mediante el uso de herramientas complementarias, como las estadísticas oficiales sobre la incidencia de incendios y un estudio piloto de dendro-ecología (Fulé et al, 2008). Para caracterizar los circuitos de retroalimentación de estos con la estructura y composición del bosque se analizaron los datos de inventario forestal y registros fotográficos aéreos históricos. En particular, estudiamos las dinámicas divergentes de los regímenes de incendios a lo largo del siglo XX en los dos paisajes del estudio, centrándonos en las décadas anteriores y posteriores al proceso de industrialización iniciado por el Estado español en el sector forestal en la década de 1960 (Seijo , 2005; Seijo & Gray, 2012). Para ello desarrollamos una metodología interdisciplinar combinando un estudio piloto dendro-ecológico y el análisis de la estructura forestal histórica basándonos en fotografías aérea, estadísticas oficiales de incendios locales desde los años 1980 hasta la actualidad y datos del inventario forestal nacional sobre cobertura vegetal y abundancia relativa de especies forestales.

## Resultados

Un mayor número de cicatrices de fuego se identificaron en los castaños muestreados de la localidad mas desarrollada lo que sugiere una mayor incidencia de incendios en la esta localidad desde la década de 1960. En ambas localidades la incidencia de incendios parece haber aumentado considerablemente desde el comienzo de la industrialización. Sin embargo, en las estadísticas oficiales la incidencia de fuegos fue mayor en la localidad menos desarrollada entre 1984-2009. Durante este periodo dicha localidad experimento 52 incidentes en contraste con 31 en la segunda. La media de área quemada anual fue similar para ambas localidades (localidad mas desarrollada 0,41 ha/menos desarrollada 0,42 ha) pero la superficie quemada por año fue mayor en la primera que en la segunda por un factor de 10 (2,12 hectáreas km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> comparado con el 0,22 hectáreas km<sup>2</sup> año<sup>-1</sup>). La localidad mas desarrollada experimentó un "gran incendio" de 1,257 hectáreas en 1985, mientras que en la localidad menos desarrollada no hubo ningún incidente similar durante este período de tiempo. Los incendios en los primeros meses de primavera y otoño representaron la mayoría de incidentes en la localidad menos desarrollada (53%) lo cual contrasta con la localidad mas desarrollada en la que los fuegos de verano representaron la mayoría del total (71%).

Los bosques de dosel abierto, un indicador estructural de los impactos a largo plazo sobre el paisaje de las quemadas controladas tradicionales, han declinado en ambas localidades desde 1956. La expansión de manchas forestales de estructuras de dosel cerrado ha tenido lugar, sin embargo, en mayor proporción en la localidad mas desarrollada. Hoy en día, esta estructura constituye el tipo de rodal prevalente en la localidad más desarrollada mientras que en la menos desarrollada la mayoría de rodales todavía son de dosel abierto. En ambas localidades la superficie ocupada por castaños ha disminuido y las especies de pino y otras frondosas (roble) han aumentado. El crecimiento de los rodales de pinos esta relacionado con el creciente uso industrial de los bosques mientras que el de otras frondosas esta conectado con el abandono rural.

## Discusión

Nuestros resultados sugieren que los atributos de los regímenes de incendios pueden haber cambiado sustancialmente en ambas localidades desde el comienzo de la industrialización en la década de 1960. De acuerdo con nuestros datos dendro-ecológicos la incidencia de incendios, en particular, parece haber aumentado sustancialmente desde la era pre-industrial. Esto coincide con los resultados de otros estudios sobre la frecuencia de incendios llevados a cabo en otros lugares de España. Pausas y Fernández Muñoz (2012) sugieren que este fenómeno esta ligado a que en la era pre-industrial los regímenes de incendio estaban limitados por la falta de combustible debido al uso intensivo de la tierra realizado del mismo por las comunidades locales rurales. Nuestro estudio piloto dendro-ecológico parece corroborar esta hipótesis, aunque hay algunas diferencias sutiles y matices importantes que merecen una mayor discusión. En particular, el grado en que el régimen de

incendios parece estar acoplado cada vez más con el clima en la localidad más desarrollada económicamente. El mayor acoplamiento de los incendios con los ciclos climáticos puede ser provocado por el aumento de combustible en esta localidad y la gradual conversión de su estructura forestal en masas de bosques de dosel cerrado. El desacople en la localidad menos desarrollada sería debido, sin embargo, a la mayor incidencia de incendios en la estación no vegetativa (octubre-marzo). Si esta hipótesis fuese probada a nivel general (es decir, que la estacionalidad de incendios relacionado con prácticas de uso del fuego tradicionales tipo TFK resulta en una mayor incidencia de incendios pero disminución de la superficie quemada) esto podría ser un hallazgo importante para el manejo de incendios forestales en los paisajes forestales con fuerte presencia de castaños. Esta hipótesis, de hecho, implicaría que la prohibición total de quemas - incluyendo las quemas controladas tipo TFK - podrían conducir, inadvertidamente, a una mayor incidencia de grandes incendios forestales debido quizás a la mayor presencia de hojarasca y arbustos en los bosques de castaño "industriales" de dosel cerrado (Pezzatti et al., 2013; Seijo et al., 2015).

En resumen, nuestros resultados preliminares sugieren que el declive de uso del fuego tradicional tipo podría estar retroalimentándose positivamente con la estructura forestal resultante de las políticas de exclusión de fuego, el abandono rural y el cambio climático en para hacer así mas probable lo incidencia de grandes incendios forestales. Este proceso estaría relacionado con la aplicación más intensa por parte del Estado de políticas de exclusión del fuego en la localidad mas desarrollada que en la menos desarrollada. Desde un punto de vista del HRV el régimen de incendios en ambas localidades, aunque en mayor medida en la localidad mas desarrollada parece estar desviándose del mismo. El indicador mas claro de esta tendencia sería el cambio paulatino producido en la estacionalidad de los incendios que ocurren cada vez con mayor frecuencia en verano.

### **Conclusión**

En base en los resultados de este estudio parecería que las políticas de exclusión estatales del fuego no han logrado reducir la tendencia a la mayor incidencia de grandes incendios forestales en la localidad mas desarrollada. Por lo tanto, la mejor estrategia de adaptación para el cambio climático en los paisajes de castaños podría basarse en quemas prescritas realizadas por personal cualificado o quemas controladas por la población local en base a técnicas TFK. Esta conclusión parece estar apoyada por los datos de nuestro estudio y otros estudios similares (Khabarov et al 2016; Moreira y Fernandes, 2016).

No sólo no hay mucho que aprender de las técnicas de quema, objetivos ecológicos, y estacionalidad con que las quemas TFK son realizadas sino que las autoridades gubernamentales también podrían considerar útil permitir que las comunidades locales continuasen con estas prácticas en el futuro. Esta estrategia puede que no siempre sea posible en el futuro inmediato, sin embargo, ya que las poblaciones rurales en ambas localidades declinan y las cohortes generacionales de edad avanzada que más familiarizadas con estas prácticas tradicionales van desapareciendo. Un acceso más fácil al uso del fuego para la gestión del paisaje por parte de las comunidades locales también podría contribuir a aumentar la rentabilidad de la producción de castaña y, por lo tanto, un aumento de la viabilidad de estas economías. A su vez el fortalecimiento de las economías locales podría ayudar a prevenir el abandono rural, una de las principales causas identificadas en la literatura que impulsan los cambios actuales en los regímenes de fuego de los MTEs (Pausas y Fernández Muñoz, 2012; Fernandes et al, 2013).

### **Bibliografía**

Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10: 1251–1262

- Conedera, M; Krebs, P; Tinner, W; Pradella, M; Torriani, D. 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill) in Europe from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetational History and Archaeobotany* 13: 161-179.
- Fernandes, P; Davies, M; Ascoli, D; Fernandez, C; Moreira, F.; Rigolot, E.; Stoof, C; Vega, JA; Molina, D. 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: e4-e14.
- B Grove AT; Rackham, O. 2000. *The Nature of Mediterranean Europe: An ecological history*. New Haven: Yale University Press
- Huffman, MR. 2013. The many elements of Traditional Fire Knowledge. *Ecol. and Society* 18: 3.
- Keane, R.; Hessburg, P; Landres, P. & Swanson, F. 2009. The use of historical range and variability (HRV) for landscape management. *For. Ecol. Manage.* 258: 1025-1037
- Pausas, J. 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula. *Climatic Change* 63: 337-350.
- Pausas, J. & Fernandez-Muñoz, S. 2012. Fire regime changes in the western Mediterranean basin: from fuel limited to drought driven fire regime. *Climatic Change* 110: 215-226.
- Pezzatti, G; Zumbunnen, T; Burgi, T; Ambrosetti, P; Conedera, M. 2013. Fire regime shifts as a consequence of fire policy and socio-economic development: An analysis based on the change point approach. *Forest Policy and Economics* 29: 7-18.
- Postigo-Mijarra, J.M., Morla, C., Barrón, E., Morales-Molino, C. & García, S. 2010. Patterns of extinction and persistence of Arctotertiary flora in Iberia during the Quaternary. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 416-426
- Seijo, F. & Gray, R. 2012. Pre-industrial anthropogenic fire regimes in transition. *Human Ecology Review* 19: 58-69.
- Seijo, F., Millington, J.D.A., Gray, R.W., Sanz, V., [et al.]. 2015. Forgetting fire: Traditional fire knowledge in two chestnut forest ecosystems of the Iberian Peninsula and its implications for European fire management policy. *Land Use Policy* 47: 130-144.
- Stephens, S.L., Burrows, N., Buyantuyev, A., Gray, R.W., Keane, R.E., [et al.]. 2014. Temperate and boreal mega-fires: Characteristics and challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12: 115-122.

## Propuesta para la creación de un Centro Investigación y Extensión en Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación

Guillermo Emilio Defossé<sup>1,2\*</sup>, María Marcela Godoy<sup>1,2</sup>, Omar Aníbal Picco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Forestal, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia SJB;

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP – CONICET).

\*Autor de correspondencia: [gdefosse@ciefap.org.ar](mailto:gdefosse@ciefap.org.ar)

### Resumen

Durante la implementación del proyecto europeo *Fire Paradox*, un grupo de científicos internacionales concibieron la idea de desarrollar un programa educativo especialmente dedicado a la ciencia del fuego. La idea maduró durante el proyecto, en el cual 37 instituciones de 17 países compartieron investigaciones, experiencias locales y visiones socio-ecológicas sobre incendios de vegetación. Entre las recomendaciones finales se consensuó profundizar en aspectos científicos y de manejo del fuego en distintos ecosistemas, tanto naturales como modificados por el hombre, incluyendo los aspectos socio-culturales de distintas regiones, culturas, y países. También se acordó sobre la necesidad de que este conocimiento se genere y divulgue a través de programas educativos de grado y postgrado. Una primera propuesta fue presentada a la Unión Europea por parte de 5 universidades de Europa, E.E.U.U. y Argentina. El proyecto no prosperó por razones económicas, y fue luego presentado en 2012 por la Universidad de la Patagonia ante el Ministerio de Educación de Argentina. En 2014 fue aprobado como "Doctorado en Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación", y comenzó en 2015. Su objetivo es "ofrecer el grado académico de doctor mediante un programa que comprenda aspectos académicos y de investigación en ecología y manejo del fuego en ambientes naturales (pastizales, bosques y áreas de interfaz urbano-rural), incluyendo la restauración ecológica de ecosistemas disturbados por el fuego y los enfoques sociológicos, culturales y de comunicación relacionados con el fuego". Para complementar esta oferta académica, proponemos ahora crear un Centro de investigación en "Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación" en el que además del programa de doctorado, nuclea a otros investigadores y técnicos relacionados con la ciencia del fuego. Este centro se localizaría en Esquel, donde se encuentran diseminados en varios grupos de investigación en la temática. Su agrupación en una sola unidad académico- investigativa fortalecería y sinergizaría una labor difícil de lograr de manera dispersa.

**Palabras clave:** educación forestal, investigación forestal, desarrollo económico.

### Introducción

El fuego ha sido, desde tiempos inmemoriales, un disturbio natural que, con diferente frecuencia e intensidad, fue modelando la estructura y afectando el funcionamiento de la mayoría de los ecosistemas vegetales del mundo (Komarek 1968, Wright y Bailey 1982, Agee 1993). Aunque el hombre conoció el fuego desde hace unos 500 mil años y comenzó a manejarlo hace unos 20 mil (Johnston 1970), no fue sino hasta las primeras décadas del siglo XX que se implementaron políticas específicas (y hasta contrapuestas), orientadas tanto para promover su uso indiscriminado (p.ej. para abrir áreas para la agricultura, Rothkugel, 1916), como para excluirlo totalmente (p. ej. en los Parques Nacionales de los EEUU, Wuertner, 2006, y cuyo modelo de exclusión fue copiado luego por casi todos los sistemas de parques nacionales del mundo). Desde entonces y especialmente desde los años 60-70 del siglo pasado y hasta hace algunos años, la información generada por estudios ecológicos sobre los efectos del fuego en distintos ecosistemas fue muy profusa, aunque esos conocimientos muchas veces no se tradujeron en acciones concretas de manejo ni impactaron fuertemente en la sociedad.

En los últimos años el aumento en el número y tamaño de incendios a nivel mundial, sin precedentes en la memoria colectiva (causados por acumulación excesiva de combustibles, el cambio climático,

el incremento poblacional en áreas de Interfase Urbano Rural etc.), y el alto nivel de exposición mediática de estos eventos, repercutieron fuertemente en casi todos los estamentos de la sociedad global. Esta exposición puso de manifiesto la imperiosa necesidad de encarar el problema de los incendios de vegetación no sólo mediante estudios ecológicos, sino también sobre cómo éstos son percibidos por la sociedad, e influyen las decisiones que para su combate, supresión, o exclusión, toman los decisores políticos de cara a la propia sociedad. Cada año, y ante la inminencia del arribo de las temporadas de incendios y ante el aumento del riesgo, es la propia sociedad la que exige a sus gobernantes mayores recursos, una rápida preparación para la respuesta inmediata ante el menor foco de incendio, y quiere proceder de manera punitiva si se observa, ante la ocurrencia de estos eventos, algún tipo de laxitud o desidia por parte de los tomadores de decisiones. Sin embargo desde la ciencia, se reconoce que este enfoque un tanto simplista, aunque quizá política y lógicamente correcto, nos ha llevado a una gran encrucijada de difícil solución. A mejor y más rápida respuesta en casos de incendios, le suceden luego y con más virulencia incendios más grandes y difíciles de combatir y controlar. Esto requiere entonces de mayores esfuerzos y mejoras en las tecnologías de extinción, para encontrarnos en el mediano o largo plazo nuevamente con incendios de aún mayores dimensiones, incrementándose en una espiral de retroalimentación positiva difícil de desenmarañar. Es así entonces que en estos casos, mientras la lógica y la política aconsejan llevar a la práctica un tipo de acción que la sociedad respalda, la ciencia indica muchas veces otra. Esta es la gran paradoja<sup>1</sup> con la cual debemos enfrentarnos en estos tiempos, y el gran desafío de tratar de entender las intrincadas interrelaciones que existen entre los componentes de los sistemas naturales y humanos acoplados (*coupled natural and human systems* o CNHS en idioma inglés). Esto ha llevado a algunos autores a considerar el riesgo de ocurrencia de incendios como un problema complejo que podría caracterizarse como una patología socio-ecológica, es decir como “*un conjunto de interacciones complejas y problemáticas entre sistemas ecológicos y sociales que se entrelazan a lo largo de escalas múltiples en el tiempo y el espacio*” (Fischer et al. 2016). Y para abordarlo con la seriedad que el tema merece, no alcanzan ya solamente con los estudios ecológicos sobre el rol del fuego en los ecosistemas. Debemos ir más allá y entender que el hombre, y la sociedad que ha sabido construir, vive, se desarrolla y modifica activa o pasivamente los ecosistemas naturales, y que lo hace a distintas escalas. Una más local o regional, mediante la aplicación de distintos disturbios (tala, pastoreo, o urbanización de las llamadas áreas de interfase), y otra de manera global, a través por ejemplo del incremento de emisiones que provocan el cambio climático global. El primer paso hacia el abordaje que permita dilucidar esta paradoja, se basa en reconocer que el problema de los incendios de vegetación no se limita solamente a su carácter ecológico, sino que implica profundas interrelaciones entre los mencionados sistemas naturales y humanos acoplados (CNHS).

Para encarar de manera superadora la problemática asociada a los incendios de vegetación, necesitamos no sólo del concurso de las ciencias biológicas, ecológicas, agronómicas o forestales, sino también de varias disciplinas de las ciencias sociales y políticas. Estas disciplinas son las que ayudarán a entender a los incendios de vegetación como un fenómeno ecológico pero también social y cultural. Esta propuesta de creación de un centro de investigación interdisciplinario e innovador, tiene entonces como objetivo fundamental el abordar desde las ciencias naturales y las sociales y políticas, el gran desafío que como sociedad nos impone el intentar descifrar, entender y buscar soluciones que tiendan a revertir esta actual paradoja.

### **Hitos más importantes en relación al proyecto en Argentina**

En Argentina, las primeras descripciones sobre los efectos del fuego se remontan hacia 1730 y se repiten hasta fines del siglo XIX, en las que distintos viajeros comienzan a relatar las quemazones que veían a su paso por distintas regiones del país. El tema de los incendios de vegetación no tuvo prácticamente ninguna repercusión más allá que como descripciones aisladas de estos relatos. Sin

---

<sup>1</sup> hecho que parece contrario a la lógica.

embargo, a principios del siglo XX este fenómeno concitó la atención tanto de ingenieros forestales como biólogos o agrónomos, quienes comenzaron con la descripción de los efectos del fuego en los distintos ecosistemas del país. También a mediados de los años 30 de ese siglo se estableció una política de supresión en todos los parques nacionales recientemente creados, en consonancia con las políticas implementadas en los primeros parques nacionales de los EEUU. En 1949 se sanciona la Ley 13273 de protección de los Recursos Forestales. Hay en ella capítulos especiales en los que se menciona el combate a los incendios forestales. Más acá en el tiempo en los años 90's del siglo pasado, comienzan las investigaciones sistemáticas sobre los efectos del fuego sobre la estructura y funcionamiento de distintas comunidades vegetales en todo el país, que continúan hasta el presente. Estas investigaciones se fueron desarrollando en universidades, en el INTA y en varios institutos del CONICET, tanto en Patagonia como en el resto del país.

### Otros hitos importantes cercanos en el tiempo

- En 1994, 25 bomberos voluntarios mueren en un incendio de campos en Puerto Madryn (Dentoni et al. 2001). En 1996-1997, Grandes incendios de comportamiento extremo ocurren en la Patagonia Andina.
- En respuesta a esos eventos, se crea en 1997 el Plan Nacional de Manejo del Fuego, que por ley Nro Ley 26.815, sancionada el 28 de Noviembre de 2012, pasa a ser hoy el Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF).
- Se realiza en Esquel la segunda reunión Nacional sobre Ecología y Manejo del Fuego. Dos instituciones Nacionales (INTA Santiago del Estero y CIEFAP) se integran al proyecto internacional Fire Paradox, en el que participan 38 instituciones (30 europeas, 4 africanas, 2 asiáticas, y las 2 de Argentina).
- El informe final del proyecto PyPE de la SECyT, titulado "*Evaluación de Condiciones y Generación de un Centro Regional de Formación de Recursos Humanos en Ecología y Manejo del Fuego*" concluye que, entre otros aspectos, "*sería deseable que las tratativas para realizar cursos de postgrado conjunto como el realizado recientemente con investigadores y profesores de la Universidad de Lleida, de España, nuestra Universidad de la Patagonia y el CIEFAP, continúen en un futuro cercano*" (Defossé 2008).
- Al finalizar el proyecto Fire Paradox en 2010, se propone un proyecto de postgrado en Ecología y Gestión de Fuegos de vegetación entre diferentes universidades del mundo (de Florida y Idaho en los EEUU, de Lleida, Lisboa y Nápoles en Europa, y de la Patagonia San Juan Bosco en Argentina). El proyecto no fue aprobado por falta de fondos de la Unión Europea.
- En 2012, se presenta un proyecto de doctorado ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), dependiente del Ministerio de Educación de la Nación, para ser desarrollado en la Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco, en su sede de Esquel, Chubut (Defossé y Godoy 2014).
- En 2014, la CONEAU aprueba el proyecto de Doctorado sobre Ecología y Gestión de Fuegos de vegetación, que comienza a dictarse en la sede Esquel de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco en el año 2015, contando al presente con 14 doctorandos matriculados. Este Doctorado está patrocinado, además de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Patagonia (quien otorga el aval académico y el título), por la Secretaría de Ciencia, tecnología e innovación de la Provincia del Chubut y el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP).
- En 2015, se realizan los primeros cursos del doctorado que continúan hasta el presente.

Estos hitos muestran un hilo conductor que pretendemos se refuerce y continúe en un futuro cercano, con la creación de este centro de investigación propuesto. Además de estos hitos, es

importante mencionar que el núcleo de investigadores y docentes en Esquel que desarrollan investigaciones, docencia, y actividades operativas en el tema comprenden a las siguientes instituciones:

1. Coordinación técnica del Servicio Nacional de Manejo del Fuego
2. Área de incendios de la Secretaría de Bosques de la provincia del Chubut
3. Investigadores del CIEFAP
4. Investigadores y Docentes de las facultades de Ingeniería y de Cs. Naturales de la UNPSJB
5. Brigadas contra incendios
6. Jefatura de Incendios Comunicaciones y Emergencias (ICE) del Parque Nacional los Alerces.
7. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia del Chubut.
8. INTA Estación Agroforestal Esquel.

A nivel regional patagónico, se cuenta además con el apoyo de investigadores del INIBIOMA de Bariloche, del CENPAT de Puerto Madryn, y extra regionales como del INTA y de la Universidad de Santiago del Estero (Defossé 2014). Creemos entonces que esta propuesta debería concretarse con el apoyo institucional que ya tiene el Doctorado en Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación, y que componen la Universidad de la Patagonia, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia del Chubut y el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). A éstas instituciones deberían sumarse el CONICET, como entidad rectora y propulsora de la ciencia y tecnología del país y contar con el respaldo del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación. Confiamos que la creación y puesta en marcha de este centro de investigación permitirá generar los conocimientos que permitan comprender y aplicar mejores soluciones en la resolución de problemas complejos originados por los incendios de vegetación en los sistemas naturales y humanos acoplados (CNHS).

#### **Bibliografía Citada y Sugerida**

- Agee JK. 1993. *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press: Washington DC.
- Dentoni MC, Defossé GE, del Valle HF, Labraga JC. 2001. Atmospheric and Fuel Conditions Related to the Puerto Madryn Fire of 21 January, 1994. *J. Meteor. Appl.* 8(3): 361-370.
- Defossé GE. 2008. Evaluación de Condiciones y Generación de un Centro Regional de Formación de Recursos Humanos en Ecología y Manejo del Fuego. Informe final de Proyecto. Programa de Recursos Naturales, Medio Ambiente y Prevención de Catástrofes PyPE – SECYT. 37 pp.
- Defossé GE. 2014. Escenarios actuales y desafíos futuros en investigación y gestión de fuegos de vegetación. Conferencia. II Jornadas Argentinas de Sanidad Forestal. Montecarlo, Misiones, 24 al 26 de setiembre.
- Defossé GE, Godoy MM. 2014. El Programa de Doctorado en Ecología y Gestión de Fuegos de Vegetación de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Esquel. II Jornadas Argentinas de Sanidad Forestal. Montecarlo, Misiones, 24 al 26 de setiembre.
- Johnston, V. 1970. Nature before us successfully managed the forest. *Audubon*, pags. 78-119.
- Komarek, E. 1968. Lightning and lightning fires as ecological forces. En: *Proceedings of the Tall Timbers Fire Ecology Conference* Nro 8, pp 169-197. Tallahassee, Florida. EEUU.
- Fischer, AP., Spies, TA., Steelman, TA., Moseley, C., Johnson, BR., Bailey, JD., Ager, AA., Bourgeron, P., Charnley, S., Collins, BM., Kline, JD., Leahy, JE., Littell, JS., Millington, JDA., Nielsen-Pincus, M., Olsen, CS., Paveglio, TB., Roos, Cl., Steen-Adams, MM., Stevens, FR., Vukomanovic, J., White, EM., Bowman, DMJS 2016. Wildfire risk as a socio-ecological pathology. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 14(5): 276-284.
- Rothkugel, M. 1916. *Los Bosques Patagónicos*. Oficina de Bosques y Yerbales. Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación, Argentina.
- Wright H., Bailey A. 1982. *Fire ecology in the United States and Canada*. J. Wiley & Sons. New. York.
- Wuerthner, G. 2006. *Wildfire: A Century of Failed Forest Policy*. Island Press, CA. 322 pp.

## Gestión de los organismos de manejo del fuego: cuestiones políticas y técnicas

Javier Grosfeld <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> CCT-Patagonia Norte – CONICET

\* E-mail: javigros@yahoo.com.ar

### Resumen

La organización, planificación y ejecución de proyectos y acciones operativas inherentes a la prevención y extinción de los incendios forestales, y a la protección de bienes y personas implicados en los mismos, presenta diferentes condiciones y responsabilidades para la toma de decisiones. Entre otras cosas, la aplicación de una política específica depende tanto de una correcta formulación técnica de planes y presupuestos de prevención o equipamiento como la búsqueda de fuentes de financiamiento, hasta lograr el convencimiento de las máximas autoridades tanto del poder ejecutivo como del poder legislativo. Muchas veces diferentes expectativas e intereses, así como perspectivas encontradas sobre las escalas de trabajo y la visión de mediano y largo plazo dificultan el logro de un diálogo fructífero entre los planteles técnicos y los decisores políticos. Una vez tomada la decisión política, para una correcta ejecución en tiempo y forma, se requieren compromisos de ambas partes y un trabajo aceitado entre los diferentes eslabones de la cadena técnico- administrativa-política. En esta presentación se ponen a consideración algunos aspectos prácticos llevados a cabo para la concreción del proyecto de Fortalecimiento Institucional del Sector Forestal de Río Negro, financiado por la UCAR.

**Palabras Clave:** fortalecimiento institucional, Río Negro, burocracia.

### Los incendios Forestales como Política Pública

Si se considera a la acción política como los diversos mecanismos que una sociedad o un grupo de sus miembros utilizan o creen adecuados para resolver sus problemas actuales o incidir en el futuro de ella; surge la necesidad de analizar de qué manera y bajo qué contextos una determinada idea o proyecto o programa pasa de la fase de elaboración a la de concreción.

A partir de la asunción y ejercicio de responsabilidades sobre un conjunto de actividades asociadas, las herramientas de gestión constituyen el proceso social establecido tanto en el seno del Estado o de organizaciones públicas o privadas de la sociedad civil. Desde un punto de vista teórico, lo que en Sociología se conoce como la "Dinámica Institucional de las Ideas" determina la eficiencia y eficacia con la que a partir de una idea definida, se formulan los métodos, se aplican las acciones y evalúan las consecuencias de una determinada decisión, para reformularla si es necesario. La capacidad de gestión de las instituciones para materializar sus planificaciones en tiempo y forma, va a depender de su naturaleza (democrática, deliberativa o verticalista); de la complejidad de su estructura burocrática-administrativa y de su funcionamiento intrínseco.

Las Políticas Públicas constituyen el conjunto de objetivos, decisiones y acciones que lleva a cabo un gobierno para solucionar los problemas que, en un momento determinado, los ciudadanos y el propio gobierno consideran como prioritarios. En el caso de los Incendios Forestales, el reclamo de todas los eslabones de la sociedad se hace evidente cada temporada de verano en la región Andino-patagónica, poniendo en alerta a las autoridades políticas y a todos los estamentos técnico-administrativo de gestión pública con implicancia en este problema socialmente relevante. En consecuencia, la asignación de crecientes recursos, tanto financieros como humanos y logísticos, se fue transformando en una necesidad para cada una de las jurisdicciones, conformando un compromiso con sus ciudadanos que exigen permanentemente una mayor capacidad y eficiencia en su implementación. Sin embargo, la especificidad del combate de incendios forestales está normalmente fuera del abordaje tanto de los decisores como de la sociedad en su conjunto, quienes delegan su planificación y ejecución práctica en los cuerpos técnicos y operativos de cada uno de los

organismos de gestión de manejo del fuego. Pero no debe desatenderse que la lucha contra incendios forestales debe ser una parte integral de una política coherente y equilibrada a aplicarse no sólo en el marco de una Gestión Forestal Integrada sino a través de los otros usos de la tierra en el paisaje.

### **Pequeñas anécdotas de las Instituciones: de las ideas a los hechos.**

Resulta evidente sostener que en Argentina las estructuras burocráticas son lentas, engorrosas y con enormes deficiencias que dificultan o retrasan cualquier trámite o implementación de un proyecto. Las razones pueden buscarse en 3 propiedades de cualquier organización verticalista:

- a) la famosa "ley de Murphy", que se basa en un principio empírico que trata de explicar los hechos acontecidos en todo tipo de ámbitos, y que a grandes rasgos, se basa en el adagio: "Si algo puede salir mal, probablemente saldrá mal", que si bien denota una actitud pesimista y resignada ante el devenir de acontecimientos futuros, sería aplicable a todo tipo de situaciones, desde las más banales de la vida cotidiana hasta otras más trascendentes;
- b) " el síndrome del teléfono descompuesto", que refleja la falta de comunicación, el retardo y la pérdida de información a medida que una decisión tomada va transitando los distintos estamentos burocráticos;
- c) "el Principio de Incompetencia" de Laurence Peter (previamente formulado por Ortega y Gasset), que basado en el estudio de las jerarquías en las organizaciones modernas formula que: "en toda jerarquía, cualquier empleado tiende a ascender hasta su nivel de incompetencia", y que como corolario concluye que con el tiempo, todo puesto tiende a ser ocupado por un empleado que es incompetente para desempeñar sus obligaciones y en consecuencia el trabajo es realizado por aquellos empleados que no han alcanzado todavía su nivel de incompetencia.

Más allá de estas limitaciones teóricas y prácticas intrínsecas de las estructuras burocráticas, la interrelación entre técnicos y decisores surge desde el momento mismo que se identifica claramente la problemática reclamada por la sociedad (o parte de ella); e involucra la realización de un diagnóstico adecuado, la formulación de posibles soluciones, la adopción de una alternativa, la implementación de la misma y la evaluación de los resultados; para sostener, en definitiva, la aplicación de una política pública específica. En consecuencia, tanto "los políticos" como "los técnicos" constituyen dos puntas de un mismo ovillo, ya que en el proceso de elaboración de políticas públicas, toda cuestión «técnica» importante conlleva cuestiones de «política»; y paralelamente, cualquier cuestión «política» relevante implica la resolución de importantes cuestiones «técnicas». Si bien puede ser interpretado que de manera directa el decisor político señala las metas, los fines y los objetivos, mientras que los técnicos, en base a sus conocimientos especializados, indican diferentes medios para llegar a esos fines; lo cierto es que desde que se identifica el problema hasta que se toman las decisiones, el proceso es más sinuoso ya que está atravesado por diferentes factores que condicionan a unos y a otros, como: concepciones ideológicas, compromisos previos, diferentes valores, expectativas y prioridades, grado de conocimiento del problema en cuestión, relaciones de confianza para delegar la resolución, intereses externos, entre otras. Así, resulta evidente que tanto políticos como técnicos, tienen diferentes responsabilidades y perspectivas ante un determinado problema, y su visión está más condicionada por "*las formas*" en el primer caso, mientras que va a atender más "*el contenido*" en los segundos. Por otra parte, los decisores políticos tienen plazos relacionados con los tiempos electorales, mientras que los cuerpos técnicos son más estables y tienden a pensarse y planificar en un tiempo más extenso.

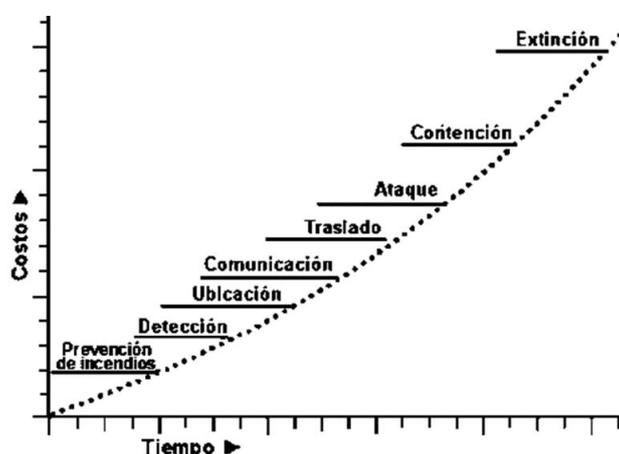
### **La política de Manejo del Fuego en Argentina**

La organización, planificación y ejecución de programas, proyectos y acciones inherentes a la gestión del Manejo del Fuego, involucra diferentes y complejas actividades como planificación, prevención, prescripción, detección, extinción, evaluación, mitigación de daños, entre otras.

Más allá de las diferentes legislaciones nacionales o provinciales, y de los distintos sistemas que de ellas se derivan; para llevarlas a cabo, cada jurisdicción organizó y estructuró en función de heterogéneas concepciones y prioridades a las instituciones responsables del Manejo del Fuego. Así se advierte que estos organismos están coordinados desde una órbita relacionada específicamente con el manejo de los recursos forestales, en relación genérica con las autoridades de Medio Ambiente, o incluso con la Defensa Civil u organismos de Fiscalización.

La mayor o menor autonomía en su funcionamiento, depende del nivel jerárquico en que se encuentran, observándose desde un nivel de dirección dependiendo directamente de una secretaria o subsecretaria hasta organismos ubicados en un orden muy relegado en la escala jerárquica.

Sin embargo a pesar de las recomendaciones internacionales que señalan que, sin duda, es mejor invertir en programas eficaces que logren prevenir los incendios antes de que den comienzo, que gastar ingentes sumas de dinero para luchar contra ellos (Fig. 1); en todos los casos, a la hora de ejecutar una política pública en relación a los incendios forestales todas las jurisdicciones priorizan la asignación de recursos económicos y humanos a las actividades relacionadas con la extinción y combate directo, siendo la asignación presupuestaria a las tareas de prevención entre un 2 y 10% del total asignado.



**Figura 1:** Relación de costos vs tiempo en la Gestión del Manejo del Fuego (adaptado de FAO, 2011)

Una de las posibles causas de esta disparidad entre la teoría y la práctica política puede buscarse justamente en las diferentes expectativas, ya que la mayoría de los decisores políticos vislumbran que ni la prevención ni el cuidado de los bosques en sí mismo conllevan un beneficio directo en términos de opinión pública o resultados electorales, mientras que los “espectaculares” dispositivos de combate muestran, a través de los medios de comunicación, la imagen de un gobierno en acción... aunque lamentablemente éste justamente es el último y más oneroso de los recursos. Es un desafío de los estamentos técnicos poder demostrar que la ejecución de una política forestal que implique una mejor protección de los bosques debe contemplar la priorización de medidas menos visibles pero más efectivas que contribuyan a una mayor producción forestal y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos con beneficios para toda la sociedad.

### **Fortalecimiento institucional de los organismos forestales de Río Negro**

La institucionalización de los organismos de prevención y combate de incendios forestales en la Provincia de Río Negro (SPLIF y COPLIN) se remonta ya a varias décadas. A través de las diferentes gestiones políticas, los mismos fueron tomando menor o mayor relevancia, pero casi siempre con un importante déficit en cuanto a infraestructura, movilidad, equipamiento y en menor medida personal.

En 2010, a partir de los cuadros técnicos surgió la necesidad de formular un proyecto de fortalecimiento institucional de los organismos relacionados con la gestión forestal, particularmente con la administración de los bosques y la protección de su potencial productivo en la zona cordillerana

(Servicio Forestal Andino y SPLIF). Se identificó al PROSAP (Programa de Servicios Agrícolas Provinciales) del entonces MAGyP como posible fuente de financiación, y junto con técnicos de esa repartición nacional se definieron las necesidades institucionales y se formuló un proyecto que contempló la construcción o remodelación de las centrales, la compra de vehículos, autobombas, material forestal y de combate, la elaboración de programas informáticos de gestión de la información, la capacitación de todos los niveles, programas de difusión a la comunidad y de comunicación interna y la jerarquización laboral a través de un nuevo marco regulatorio. En ese contexto se prepararon las especificaciones técnicas, los planes de obra, el análisis de la legislación y de modelos de gestión y programación; y se realizó el costeo y presupuesto del mismo que llegó a la suma de 5,3 millones de dólares.

Paralelamente a la formulación del proyecto de fortalecimiento, el trabajo de los técnicos del SFA y SPLIF estuvo forzosamente orientado a persuadir a las autoridades políticas de la necesidad de su implementación. En ese camino, el personal técnico tuvo que aportar claridad y reflexión en cuanto a los alcances e importancia del proyecto, y sobre todo tuvo que insistir una y otra vez para que sea considerado como prioritario en una provincia con cierta restricción presupuestaria, ya que además el financiamiento contemplaba necesariamente la aprobación de la Legislatura, tanto del endeudamiento como de las leyes laborales. Asimismo, las autoridades políticas tuvieron que reconocer la necesidad y liderar un proceso en el cual tuvieron que delegar y confiar en el criterio de los expertos.

Debido a la geografía provincial y la residencia de los organismos correspondientes, la implementación del proyecto requirió de tres niveles bien definidos con diferentes misiones y funciones: una *Unidad Ejecutiva* local, eminentemente técnica y operativa; una *Unidad de Enlace*, basada en Viedma, cuya responsabilidad era fundamentalmente administrativa, legal y contable y una *Unidad de Control, Asistencia y Capacitación* aportada por el PROSAP en Buenos Aires.

En este proceso se construyó una relación por la que los técnicos se volvieron más políticos y los políticos más técnicos de forma de lograr una mejor comunicación, ya que el financiamiento del proyecto exigía plazos muy acotados (24 meses), superando las restricciones intrínsecas de la administración pública, para que el "camino de los expedientes" sea transitado de manera aceptada en tiempo y forma.

La concreción actual de este proyecto de fortalecimiento puede ser tomado como un buen ejemplo de una relación técnico-política fructífera y de mutuo aprendizaje, en el que una vez identificado el problema correctamente y tomada la decisión política, se requirieron de compromisos mutuos del sector político y los estamentos técnicos de diferentes reparticiones y un trabajo apropiado entre los diferentes eslabones de la cadena técnico-administrativa-política.

### **Bibliografía Consultada**

- Blejmar B. 2005. Gestionar es hacer que las cosas sucedan. Buenos Aires: Noved. Educativas. 72 p.
- Etkin J. 2011. Gestión de la complejidad en las organizaciones: la estrategia frente a lo imprevisto y lo impensado. Buenos Aires. Ed. Granica. 213 p
- FAO. 2011: Community-based fire management. A review. FAO Forestry Paper 166. Roma. 99p
- Fulao JC. 2010. Las claves de una organización eficiente. Diseño y comportamiento. Buenos Aires. Ed. Biblos. 115 p
- Heikkilä TV, Grönqvist R, Jurvélius M. 2010. Wildland Fire Management. Handbook for Trainers. FAO. Roma. 253 p.
- Instituto Nacional de Capacitación Política. 2012. Manual de Formación Política. Buenos Aires. Ministerio del Interior. 304 p
- Weinberg J. 2007. Dinámica y teoría institucional. Buenos Aires. AZ Editora. 14 pp

## Avances en seguros contra incendios forestales para pequeños y medianos propietarios: la experiencia de Chile

Verónica Loewe<sup>1</sup>, Dante Corti<sup>1\*</sup>, Juan Miguel Ruiz<sup>2</sup>, Felipe Lobo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Forestal de Chile; <sup>2</sup>Forestsur Ltda.

\*Autor de correspondencia: [dcorti@infor.cl](mailto:dcorti@infor.cl)

### Resumen

Chile posee 16.676.875 hectáreas de bosques, equivalentes al 22% del territorio continental. De estas, las plantaciones forestales representan un 17% de la superficie, con más de 2,3 millones de hectáreas, abasteciendo el 98% de la madera utilizada por la industria forestal. De la superficie total de plantaciones, más del 35% (814.000 ha), pertenece a pequeños y medianos propietarios. Estos en su mayoría no cuentan con seguro contra incendios forestales, lo que reduce su competitividad al no poder garantizar su permanencia en el rubro en caso de un siniestro. La principal causa de esto es la escasa información respecto al estado, calidad y localización espacial de las plantaciones, por lo que las compañías asignan por defecto un riesgo elevado y por tanto un costo alto. Esta situación afecta aproximadamente a 19.000 propietarios. Contratar un seguro es necesario en un escenario donde el cambio climático reducirá las precipitaciones y aumentará las temperaturas, lo que incrementa el riesgo de incendios forestales. La solución, propuesta por este estudio, es certificarse con el Sello de Asegurabilidad Forestal (SAFOR), que se rige por la Norma Chilena "Riesgo y peligro de incendios forestales en plantaciones - Terminología y clasificación" (NCh3380). Con la calificación otorgada por este sello se podrán contratar pólizas de seguros contra incendios forestales con subsidio estatal. Esta investigación presenta el desarrollo y proceso de elaboración del sello, además de mostrar su funcionamiento e implementación.

**Palabras claves:** incendios, certificación, riesgo, seguro, sello.

### Introducción

La Protección Forestal es un concepto amplio que incluye diversas áreas del manejo forestal, entre ellas la prevención y mitigación de incendios forestales. Es reconocido que los incendios forestales son el mayor peligro para las plantaciones, siendo su prevención y control parte importante de las horas profesionales y recursos que el Estado, empresas y propietarios dedican a ello. Sin considerar el impacto ambiental negativo que los incendios forestales causan (Ortega, 2006). También es parte importante de las actividades de investigación que se desarrollan en el sector forestal, de modo de disminuir los montos requeridos para su control y prevención, factores que se ha considerado para la realización del diseño y elaboración del sello de Asegurabilidad Clasificación de Riesgos para Plantaciones Forestales (SAFOR).

Históricamente, el mercado asegurador ha vendido pólizas contra incendios forestales, riesgos climáticos y agrícolas, sin contar con un sistema de evaluación que asegurara que los riesgos involucrados tuvieran una calificación bajo estándares conocidos y aceptados por el mercado, sino discrecional, donde cada compañía aseguradora evalúa el riesgo según sus parámetros que luego son exigidos al propietario y/o empresa (SVS, 2016). Aumentando los costos por incertidumbre y poniendo barreras a la mediana y pequeña empresa forestal (PYME) (SVS, 2016). Debido a lo anterior las aseguradoras asignan por defecto una calificación de riesgo elevado a alto, afectando a 18.958 propietarios con 814.014 hectáreas (Gysling et al., 2016).

La creación y difusión del Sello SAFOR, busca eliminar la brecha existente entre la PYME y las grandes empresas para acceder a seguros contra incendios forestales. La solución consta de dos elementos, la norma técnica, que describe metodológicamente cómo evaluar el riesgo, y el sello, que valida y visibiliza en el mercado el cumplimiento de la norma sobre la base de una adecuada acreditación de entes auditores, y el cumplimiento de procedimientos que conducen a su obtención. Esta solución se encuentra orientada al patrimonio forestal no asegurado, expuesto a incendios por

causas de origen antrópico y/o condicionantes agroclimáticos, patrimonio de la PYME forestal. El mercado asegurador adoptará el sello como fuente de información para calificar pólizas de incendios y el cliente pagará la certificación para eliminar las barreras de entrada por evaluación de riesgo y precio de póliza. Los propietarios y/o empresas aseguradas tendrán más alternativas y mejorarán las pólizas actuales, esperándose una disminución del 25% promedio en el costo de las primas. Por su carácter innovador y único en el mercado, no existen experiencias similares a nivel global.

Este trabajo se ha planteado como objetivo el resolver un problema de asimetrías de mercado que afecta a la PYME forestal, impactando de manera importante la rentabilidad y sostenibilidad de su negocio. Para cumplir este objetivo se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la viabilidad de mercado, legal, técnica, organizacional y económica a nivel de prefactibilidad para el establecimiento del sello SAFOR en el mercado.
- Elaborar una Norma Chilena como estándar de calificación de riesgo de incendios forestales.
- Diseñar, crear y validar el sello SAFOR.

### **Estudio de viabilidad de mercado para la creación del Sello SAFOR**

Se llevó a cabo una evaluación de la viabilidad del mercado a nivel; legal, técnico, organizacional y económico, a través de la información existente actualmente, con el sector forestal y mercado de seguros. Para realizar el análisis del mercado objetivo (PYME) y asegurador, se utilizó como base la información resultante de talleres, encuestas y reuniones con gremios y entidades públicas y privadas.

Las actividades realizadas para la recolección de información son:

- Análisis de experiencias similares a nivel nacional e internacional.
- Análisis de la situación actual del sector forestal como condición de entorno y la prospección del mercado de clientes potenciales.
- Análisis de los proveedores con participación de la Superintendencia de Seguros y Valores; a través de talleres y aplicación de encuestas.
- Análisis legal sobre la base de los requerimientos del INN y la Superintendencia de Valores y Seguros, y una evaluación de la rentabilidad del negocio forestal y subsidios potenciales, tanto a nivel privado como social.
- Análisis de prefactibilidad del Sello SAFOR. Estableciendo una línea base previa al desarrollo de la norma y el sello, que fue el referente para la elaboración de la norma.

A través de estos análisis, se ha podido observar que en Chile existen 22 compañías de seguros de las cuales solo 4 cuentan entre sus productos los Seguros Forestales (SF). En el caso de los SF existe un reducido mercado asegurador (pocos oferentes y pocos productos) sumado a falta de información y estandarización de la evaluación de riesgos. En los últimos 15 años las compañías de seguro que cubren riesgos forestales, se han reducido por lo que las posibilidades de obtener una póliza de cobertura a un precio sustentable también han disminuido. Actualmente el mercado asegurador vende pólizas contra incendios forestales y contra riesgos climáticos forestales y agrícolas (SVS, 2016).

A nivel internacional se observó que el modelo canadiense y americano de seguros funcionan con una auto declaración de riesgo normada por un ente regulador que estandariza los formatos de declaración que determinan los riesgos. Para que las distintas compañías oferten primas; existen programas especiales para asociaciones de pequeños forestadores; los factores relevantes de la auto declaración están relacionadas con el manejo del bosque, la historia pasada de incendios, la infraestructura y gestión de emergencias, especies, edades, si cuentan con certificaciones, entre otros (Stockmann, Burchfield et al. 2010).

En España, concluyeron que la viabilidad de un sistema de seguros forestales está condicionada por el costo y frecuencia de siniestros, y que el diseño del modelo y los criterios de vigilancia de los riesgos son clave para el éxito; delinearon un modelo de seguro forestal que asegura un monto igual al costo de reforestación (Picos & Valero 2005).

En Alemania, el asegurador indemniza las masas en pie y en crecimiento (seguro forestal) o bien la madera cortada, este ésta en el bosque o haya sido arrastrada y apilada en cancha (seguro madera). Los riesgos cubiertos son incendio, rayo, explosión o colisión de aeronave caída. En Austria existen varias compañías privadas que ofrecen seguros forestales dentro de su línea de productos. Estos seguros incorporan una subvención estatal del 25% del costo de la prima, con el fin de que el seguro sea lo más asequible posible para los propietarios forestales (Montiel-Molina 2013).

En Francia el seguro forestal más demandado es el de Responsabilidad Civil, ya que un propietario es responsable civilmente de los daños causados o a otros por los bienes y pertenencias de los que son propietarios. El seguro se realiza sobre la base de la declaración de superficie arbolada a asegurar que hace el propietario (Montiel-Molina 2013).

### **Elaboración de Norma Chilena como estándar de calificación de riesgo de incendios forestales - Terminología y clasificación (NCh3380).**

A través del desarrollo de una serie de talleres, encuestas técnicas y reuniones de un comité experto, se determinaron los factores a incluir en la norma. Estas actividades se realizaron con profesionales de los sectores forestal y del mercado de seguros, siguiendo los procedimientos establecidos por el INN en la generación de normas nacionales (descritos en la NCh3380).

Se determinaron los estándares que permitieron clasificar las variables de riesgo (probabilidad de ocurrencia de un siniestro en un área determinada), peligro (complejidad de la propagación y combate de un incendio forestal) y organización y condiciones de protección (prevención y organización del combate), utilizando como fuente talleres de trabajo con profesionales del área de control y combate de incendios forestales, y otros (descritos en la NCh3380). Estos talleres siempre se llevaron a cabo bajo la tutela de profesionales del Instituto de Normalización Nacional, asignándosele un valor de importancia de 1 a 5 a cada una de las variables seleccionadas.

Entre los factores considerados se encuentran: edad de las plantaciones; tipo de plantación; densidad actual de plantación; manejo aplicado; tratamiento de desechos a utilizar en su desarrollo; topografía del sector; clima de la zona, en especial en el período estival; ordenamiento territorial; cercanía a sectores habitados; composición de especies; presencia de animales domésticos bajo el bosque; capacidad de gestión de la empresa o propietario, entre otras (Tabla 1).

**Tabla 1.** Criterios de la Norma Técnica de riesgo y peligro de incendios forestales en plantaciones

Riesgo	Peligro	Organización y condiciones de protección
1. Ocurrencia Histórica	1. Modelo de Combustible	<i>Prevención</i>
2. <u>Nivel de Intencionalidad</u>	2. <u>Topografía (pendiente)</u>	1. Cortafuegos o fajas sin vegetación
3. <u>Cercanía a camino público principal</u>	3. <u>Clima (precipitación, temperatura, humedad relativa y viento)</u>	2. Tratamiento de residuo silvícola
4. <u>Cercanía a centros poblados y/o recreativos</u>		3. <u>Cercanía a bosques de empresas</u>
5. <u>Líneas de baja, media o alta tensión</u>		4. Actividad agrícola en el predio o en predios vecinos
6. <u>Focos de alto riesgo en y colindantes al predio</u>		<i>Organización para el combate</i>
		1. Recursos de protección propios disponibles para emergencias
		2. <u>Brigadas de combate de incendios operativas cerca del bosque</u>

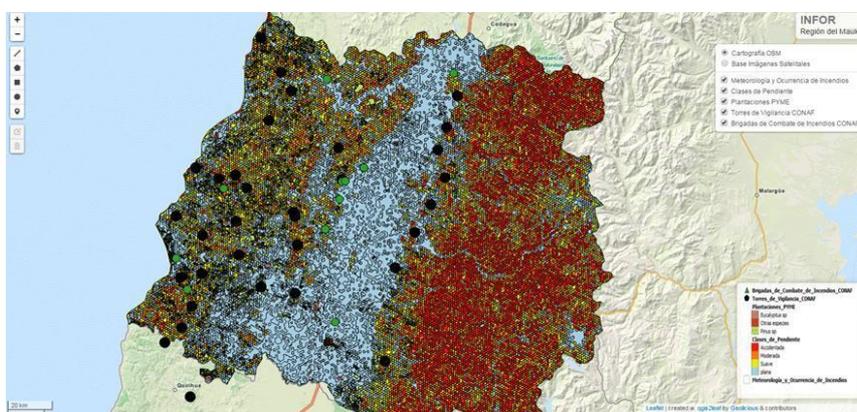
La ponderación de factores según la matriz de variables generada a partir de la Tabla N°1 para la clasificación de los criterios de riesgo (40%), peligro (30%) y, organización y condiciones de protección (30%), respectivamente multiplicada por el puntaje nominal de cada factor genera un puntaje que representa el valor total de la evaluación. Dicho puntaje total determina el rango de calificación. A partir de la evaluación de riesgos y peligros se construye el índice silvícola de riesgo, mediante el cual se califica a cada propietario según el rango de puntajes (Tabla 2).

**Tabla 2.** Nivel de riesgo - Índice Silvícola de Riesgo (ISR)

Nivel de Riesgo	ISR
Muy Alto	$9,78 < \text{ISR} \leq 13,07$
Alto	$5,19 < \text{ISR} \leq 9,78$
Medio	$1,82 < \text{ISR} \leq 5,19$
Bajo	$1,70 < \text{ISR} \leq 1,82$
Muy Bajo	$0 < \text{ISR} \leq 1,70$

En futuros análisis será posible modificar los factores, valores o rangos de acuerdo al monitoreo de su aplicación.

Estos criterios fueron normalizados por el Instituto Nacional de Normalización de Chile ([www.inn.cl](http://www.inn.cl)), debido al interés, observado en encuestas y talleres, que tiene para el sector forestal el generar información relacionada al impacto de los incendios (NCh 3380, 2016). Además, las variables subrayadas en la Tabla N°1, fueron incluidas en un portal de cartografía en internet, lo que permite disminuir los tiempos de certificación por cada predio realizados por los auditores, y la validación de sus resultados ([www.sellosafor.cl](http://www.sellosafor.cl), Figura 1).



**Figura 1.** Portal Cartográfico en línea de criterios de la Norma Técnica de riesgo y peligro de incendios forestales en plantaciones. Ejemplo Región del Maule, Chile.

### Elaboración de Sello SAFOR de certificación del nivel de riesgo en plantaciones forestales

Con apoyo de INN y especialistas en certificación de INFOR se prepararon los procedimientos internos de acreditación de empresas auditoras del sello, en especial la definición de competencias requeridas por estas y sus auditores. Se utilizaron como base los procedimientos de sellos nacionales, como es el Certfor. INN podrá acreditar a las empresas certificadoras que auditen el cumplimiento de los requerimientos del sello SAFOR, incluyéndolas en su registro público de entidades certificadoras.

Posteriormente se licitó entre Compañías aseguradoras condiciones asegurables en plantaciones con sello SAFOR y coberturas o tipos de siniestros asegurables (descritos en la NCh3380), habiéndose asignado a la Compañía HDI, quien ofreció las condiciones descritas en la Tabla N°3. Adicionalmente, el Estado a través de su agencia Agroseguros ([www.agroseguros.gob.cl](http://www.agroseguros.gob.cl)) otorga un

subsidio estatal para la contratación de seguros contra incendios, cuyas condiciones se describen en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Condiciones del seguro con sello SAFOR

Tasa según nivel de riesgo	Deducible	Sub-límite Gastos Combate	Deducible Gastos de Combate	Subsidio Estatal
1,3% Alto y Muy Alto 1,1% Medio 0,9% Bajo y Muy Bajo Prima Min. 10 UF*	10% de la pérdida con un mínimo de 1,5% del monto asegurado	máximo un 1% del monto asegurado	10% de la pérdida con un mínimo de 20 UF	50% de la prima anual + 1 UF, calculado sobre valores netos. Con un máximo de 80 UF netas anuales de prima.

\*1 UF (Unidad de Fomento) = US\$40

Con esta innovación en gestión forestal, que está en la fase inicial de implementación, habiéndose otorgado ya las primeras 5 certificaciones, se estima que se generará un círculo virtuoso que será un aporte al sector forestal. En particular, se espera que las medidas de autoprotección determinen un mejor manejo del bosque –que especialmente entre pequeños y medianos propietarios suele ser deficiente-, que en caso de siniestros estos puedan seguir en la actividad manteniendo la vida y espíritu del sector rural de Chile, y que se genere un sistema colaborativo en que los diferentes componentes busquen una reducción tanto del número de incendios como de la superficie quemada, con importantes beneficios económicos, sociales y ambientales.

### Bibliografía

- Certificación Forestal (Certfor), 2016. <http://www.certfor.org/>. Última visita octubre de 2016.
- Gysling AJ, Álvarez VC, Soto DA, Pardo EJ, Toledo RR, Poblete PA, González PG y Bañados JC, 2016. Anuario Forestal 2016. Instituto Forestal, Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile. 172 pág.
- Instituto Nacional de Normalización (INN), 2016. Riesgo y peligro de incendios forestales en plantaciones - Terminología y clasificación (Nch 3380). Santiago de Chile. 27 pág.
- López MR & Gutiérrez M, 2014. Sistema Recomendador para la determinación de medidas de protección contra incendios – Norma IRAM N° 3528 #Método Purl". II Congreso Argentino de Ingeniería - CADI 2014. VIII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería - CAEDI 2014. Cap 8: Tecnología de la Información y Comunicación.
- Montiel-Molina, C. (2013). "Comparative assessment of wildland fire legislation and policies in the European Union: Towards a Fire Framework Directive." *Forest Policy and Economics* 29: 1-6.
- Picos, J. and E. Valero (2005). "Introducción a los seguros de incendios forestales y su aplicación en Galicia.(España)." *Gerencia de Riesgos*(91): 31-48.
- Stockmann, K., J. Burchfield, et al. (2010). "Guiding preventative wildland fire mitigation policy and decisions with an economic modeling system." *Forest Policy and Economics* 12(2): 147-154.
- Superintendencia de Valores y Seguros (SVS), 2016. <http://www.svs.cl/portal/principal/605/w3-channel.html>. Última visita octubre de 2016.

## Conservación de la biodiversidad en la legislación nacional y de las provincias nor-patagónicas sobre manejo del fuego y sanidad forestal

Omar Aníbal Picco <sup>1\*</sup>, Marisa Adriana González <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Cátedra Política y Legislación Forestal, Carrera Ingeniería Forestal, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*

\* Autor de correspondencia: [omarapicco@gmail.com](mailto:omarapicco@gmail.com)

### Resumen

Se propone en este trabajo verificar las referencias a la Conservación de la Biodiversidad en el marco legal referido al Manejo del Fuego y la Sanidad Forestal, en el ámbito nacional y de las provincias del Norte de la Patagonia. Se utiliza la técnica de Legislación Comparada, realizando una recopilación, revisión y análisis de los cuerpos jurídicos y otros antecedentes relacionados al tema. Se consideran los contenidos de esta normativa referidos a los aspectos técnicos, los organismos de aplicación, las sanciones, reparación de daños y otros temas, comparándolos con pautas técnicas reconocidas propuestas por organismos científico-técnicos, como "Sitios prioritarios para la conservación" (relictos, endemismos, etc.), "Especies prioritarias para la conservación" (en peligro de extinción), "Ambientes o hábitats de valor particular para la conservación" o el mantenimiento de "la funcionalidad de la matriz natural del paisaje" propuestos en la bibliografía. En este marco, se verifica la correspondencia o divergencia entre la legislación y los conceptos técnicos relevantes destinados a asegurar la integridad ambiental del ecosistema, aplicando una calificación de escala numérica que facilita la visualización del problema. Se concluye que las referencias a las pautas técnicas centrales no son explícitas ni están claramente reseñadas en el marco legal analizado. Con la excepción de la ley de Manejo del Fuego del Chubut, que incluye algunas escasas referencias a la biodiversidad en su capítulo de restauración, el resto de la normativa analizada no considera el tema. Este vacío de tratamiento puede atribuirse a que son normativas muy limitadas a sus fines específicos, de cierta antigüedad o destinadas a resolver problemas puntuales. Así, el grado de cumplimiento de las condiciones para la Conservación de la Biodiversidad en estos campos de actuación, queda condicionado únicamente a los conocimientos y criterios empleados por los profesionales actuantes, más que a las indicaciones de la normativa.

**Palabras Clave:** marco legal protección forestal, conservación de la biodiversidad, Patagonia.

### Introducción

El desarrollo progresivo de la actividad económica forestal basada en plantaciones de la Argentina también abarca el norte de la Patagonia, incluyendo una de las áreas de mayor potencial biofísico del país, alcanzando a las 2.000.000 de hectáreas (Loguercio y Deccechis 2006). Resulta de interés conocer algunas componentes del marco normativo que cubren aspectos referidos a la protección que son de gran relevancia para los recursos forestales por los graves daños que pueden ocasionar, incluyendo la componente referida a la biodiversidad de los paisajes productivos forestales.

Este trabajo tiene por objetivo analizar el marco legal vigente referido al manejo del fuego y a la sanidad, vinculados al ámbito forestal, en el ámbito nacional y el de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, buscando las referencias a la conservación de la Biodiversidad que contienen.

### Materiales y Métodos

Desde el punto de vista metodológico se utilizó la observación documental, (Minaverri y Gelly2012) en tres etapas consecutivas:

Fase exploratoria: Se recopiló toda la normativa nacional y de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut que se encuentra vigente, y se consideró vinculada con la Conservación de la Biodiversidad en Paisajes forestales, en relación a la Protección Forestal.

Fase descriptiva: La información recogida en la etapa anterior fue clasificada y categorizada, a fin de facilitar su análisis en la etapa posterior.

Fase analítica: El análisis de los documentos vinculantes recogidos en la fase exploratoria tiene por objeto detectar Criterios de Conservación, para compararlos entre las jurisdicciones e intentar una calificación cuantitativa para caracterizar objetivamente la situación, contrastando entre jurisdicciones.

Las pautas técnicas seleccionadas para este trabajo son los "Criterios de Conservación", propuestos por Rusch et al 2005: C1- Sitios prioritarios (relictos, endemismos); C2- Especies prioritarias (en peligro de extinción); C3- Ambientes o hábitats de valor particular; C4- Mantenimiento de la funcionalidad de la matriz natural del paisaje. Áreas degradadas para recuperación; C5- Mantenimiento de las funciones del ecosistema; C6- Aspectos dinámicos del sistema (cambios en los hábitats en el tiempo).

Se indagó sobre la forma de consideración de estos criterios en las normas relevadas, utilizando la siguiente escala de evaluación cuali-cuantitativa:

- Tratamiento Amplio: Los criterios técnicos son considerados en forma explícita y desarrollados para asegurar su cumplimiento de forma de superar holgadamente los umbrales mínimos. Puntuación: 3 (tres).
- Aceptable: los criterios se tienen en cuenta con suficiente precisión para garantizar el cumplimiento de un umbral mínimo del criterio de conservación analizado. Puntuación: 2 (dos)
- Insuficiente: está mencionado, pero la referencia no alcanza a cubrir aspectos centrales con un umbral mínimo requerido para el criterio de conservación analizado. Puntuación 1 (uno).
- Carente: no hay referencias concretas al criterio de conservación analizado. Puntuación: 0 (cero).

Con esta calificación numérica es posible promediar la representación de cada criterio, para dar un valor que califique en estos aspectos a toda la Ley. Además, se agruparon las leyes en dos bloques temáticos (Manejo del Fuego y Sanidad Forestal) y a su vez se encuadraron en sus respectivas jurisdicciones.

## Resultados

### Normativa sobre Manejo del Fuego

La nueva ley N° 26.815 de Presupuestos Mínimos para el Manejo del Fuego constituye la primera normativa nacional que trata específicamente el tema del fuego en el bosque y zonas rurales. Si bien la problemática de los incendios se trataba en la Ley 13.273, estaba superada por la complejidad y dimensión que tomó la cuestión de los incendios forestales en las últimas décadas. Por ello, muchas provincias, desde la década de 1980 fueron estableciendo sus propias leyes de incendios que operaban en su territorio. La nueva Ley, cuyo objetivo es establecer los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre incendios forestales y rurales en todo el territorio nacional, trata al tema en forma amplia, abarcando los distintos aspectos de la problemática, aunque enfocada principalmente en los aspectos ejecutivos y organizativos del control y la prevención.

Se encontraron poco reflejados los Criterios de Conservación en el texto de la Ley, si bien existe la mención como objetivos de *"proteger y preservar el medio ambiente del daño generado por los*

*incendios y establecer mecanismos para un eficiente manejo del fuego en defensa del ambiente".* Además, traslada responsabilidades sobre la prevención y planificación a los beneficiarios de programas de fomento a la forestación o conservación de la biodiversidad, así como de la recomposición y reparación de los daños ambientales a los causantes de ellos.

**Tabla 1:** Aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes de protección –Incendios forestales- de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Criterios de Conservación	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Leyes</b>	<b>Ley Nº 1.890</b> Crea la Dirección General de Fauna y Fuego	<b>Ley Nº 2966</b> Servicio de Prev. y Lucha contra incendios Ftale (SPLIF).	<b>Ley XIX Nº 32 (Ex Ley Nº 5232)</b> Manejo del fuego e incendios forestales	<b>Ley Nº 26815</b> Manejo del Fuego
<b>Sitios prioritarios</b>	Carente (0)	Carente (0)	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)
<b>Especies prioritarias</b>	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)
<b>Ambientes o hábitats de valor particular</b>	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)
<b>Mantenimiento funcionalidad de la matriz natural</b>	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)	Insuficiente (1)
<b>Mantenimiento de las funciones del ecosistema.</b>	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)
<b>Aspectos dinámicos del ecosistema.</b>	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)	Carente (0)
<b>Promedio</b>	Carente(0,3)	Carente (0,3)	Carente/ Insuficiente (0,5)	Carente/ Insuficiente (0,5)

En las jurisdicciones provinciales, en las últimas décadas, se sancionaron nuevas normativas en las provincias de la región, que en algunos casos amplían los aspectos organizativos de la supresión de incendios forestales de las normativas provinciales originales. Las nuevas normas visualizan a la problemática con el concepto de procesos sobre los que se debe intervenir en sus distintas etapas.

La Ley de Chubut, última en sancionarse en la región, es abarcativa de toda la problemática de incendios, desde la prevención a la restauración de áreas de bosques afectadas, contemplando los aspectos de la organización, planificación y operación del combate hasta el régimen sancionatorio, promoviendo una actitud proactiva del estado frente al tema. En cuanto al tratamiento de los Criterios de Conservación, pueden considerarse que son en cierta medida tenidos en cuenta, aunque en forma débil en la Ley de Chubut, con la elaboración de un "Plan de Restauración" de las áreas

afectadas. Las Leyes de las otras jurisdicciones se refieren en forma específica a los órganos de control de siniestros, dedicando a los otros puntos referencias más débiles o difusas, por lo que pueden titularse como leyes de organización de la supresión de incendios. Neuquén desarrolla ampliamente su sistema en un documento técnico denominado Plan de Defensa Contra Incendios Forestales/Rurales, de validez trianual, pero no abarca la restauración.

### Normativa sobre Sanidad Forestal

Los aspectos sanitarios del área forestal históricamente están sumidos en la normativa sanitaria de la producción agrícola, con referencias concretas al tema forestal en algunas piezas especiales de la reglamentación. Esta es muy precisa por ejemplo para los Viveros Forestales, con resoluciones del Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal y del Instituto Nacional de Semillas. La normativa marco que es el Decreto-Ley Nº 6.704/63, organiza la “defensa sanitaria en todo el territorio de Argentina frente a animales, vegetales o agentes de cualquier origen biológico que resulten perjudiciales para la producción agrícola”. Por la época de su redacción en 1963, cuando aún no estaban consolidados los conocimientos sobre Biodiversidad, no resultó posible encontrar referencias concretas a los Criterios de Conservación utilizados en este estudio. No obstante puede mencionarse como vinculado en cierta forma, la prohibición de introducir materiales vegetales o animales que puedan provocar daños a los cultivos.

**Tabla 2:** Aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes sobre sanidad forestal de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Criterios de Conservación	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Leyes</b>	<b>Ley Nº 1.890</b> Crea la Dirección General de Fauna y Fuego	<b>Ley Nº 3106.</b> Fiscalización y Sanidad Vegetal <b>Ley Nº 3983.</b> Plan Prov. de Manejo de Plagas Ftales.	<b>Ley XVII-Nº 75 (Ex Nº 5299)</b> Programa de control de la avispa de los pinos	<b>Decreto-Ley Nº 6.704/63</b> Defensa Sanitaria
<b>Sitios prioritarios</b>	Carente (o)	Carente (o) /carente (o)	Carente (o)	Carente (o)
<b>Especies prioritarias</b>	Insuficiente (1)	Carente (o)/Amplio (3)	Carente (o)	Carente (o)
<b>Ambientes o hábitats de valor particular</b>	Carente (o)	Carente (o) /carente (o)	Carente (o)	Carente (o)
<b>Mantenimiento funcionalidad de la matriz natural</b>	Carente (o)	Carente (o) /carente (o)	Carente (o)	Carente (o)
<b>Mantenimiento de las funciones del ecosistema.</b>	Carente (o)	Carente (o) /carente (o)	Carente (o)	Carente (o)
<b>Aspectos dinámicos del ecosistema.</b>	Carente (o)	Carente (o) /carente (o)	Carente (o)	Carente (o)
<b>Promedio</b>	Carente (o)	Carente (o,5)	Carente (o)	Carente (o)

A nivel Provincial en Chubut, la Ley XVII-Nº 75 (Ex Nº 5299) que establece el Programa de control de la avispa de los pinos, (*Sirex noctilio*), es netamente operativa. La reglamentación y otras actualizaciones de carácter operativo posteriores, tampoco consideran los Criterios de Conservación establecidos como comparadores. La provincia de Río Negro cuenta con dos leyes respecto a la

Sanidad Vegetal, la Ley N° 3106, más enfocada a la protección sanitaria frutícola, que propicia los controles para evitar el ingreso al territorio provincial de plagas que puedan afectar a estas y otras plantaciones y la Ley N° 3983, que trata específicamente el control de plagas que afectan a plantaciones forestales (plantaciones de *Pinus sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Populus sp.* y otras). No contempla tampoco los criterios de conservación usados como comparadores. La Ley N° 1890 de Neuquén, enuncia la protección de los bosques en forma general, y refiere especialmente a la protección sanitaria de la *Araucaria araucana*. Por la Ley N° 2272 la provincia adhiere al Decreto Ley N° 6704/63 de defensa sanitaria a las producciones agrícolas.

### Discusión

Se utiliza la calificación propuesta para brindar, en cierta forma, una representación cuantitativa del estado actual. Considerando los promedios de la identificación de los Criterios de Conservación de la Biodiversidad analizados en las diferentes leyes, encuadradas por los bloques temáticos utilizados, se elaboró la Tabla 3. Esta síntesis nos indica que la presencia de los indicadores utilizados resulta insuficiente en todas las jurisdicciones estudiadas.

**Tabla 3:** Resumen de la calificación de los aspectos de Conservación de la Biodiversidad en leyes analizadas de Neuquén, Río Negro, Chubut y la Nación.

Bloques temáticos	Neuquén	Río Negro	Chubut	Nación
<b>Manejo del fuego</b>	Carente (0,3)	Carente (0,3)	Carente /Insuficiente (0,5)	Carente/Insuficiente (0,5)
<b>Sanidad Forestal.</b>	Carente (0)	Carente /Insuficiente (0,5)	Carente (0)	Carente (0)
<b>Promedio</b>	Carente (0,15)	Carente /Insuficiente(0,4)	Carente (0,25)	Carente (0,27)

Esta situación en el caso de la Sanidad Forestal podría atribuirse a lo relativamente novedosos que resultan estos Criterios de Conservación de la Biodiversidad, respecto al momento de sanción de la ley nacional aún vigente, que data de la década de 1960. Considerando la calificación por los bloques temáticos empleados, se observa que la Conservación de la Biodiversidad es tratada en forma muy débil, con calificación de carente a insuficiente para el Manejo de Fuego y carente para la Sanidad Forestal. Cabe aclarar que estas calificaciones de las normas analizadas se refieren exclusivamente al tratamiento que otorgan a los aspectos de Conservación de la Biodiversidad, sin intentar un juicio de valor sobre la ley completa o sobre sus objetivos o del modo empleado para desarrollar sus temas específicos.

### Conclusiones

Las referencias a los temas técnicos centrales aquí considerados como indicadores, no son explícitas ni están claramente reseñadas en el marco legal analizado. No se identificaron normativas, aun administrativas de menor nivel, que brinden regulaciones técnicas a nivel operativo que orienten con mayor precisión a las actuaciones en el terreno de los profesionales y productores involucrados en los Planes de restauración o de acción fitosanitaria. Se advierte entonces que salvo la ley de Manejo del Fuego del Chubut, que tiene algunas referencias débiles a la biodiversidad en su capítulo de restauración, el resto de la normativa analizada no considera al tema.

Este vacío de tratamiento puede atribuirse a que son normativas muy concentradas a sus fines específicos, de cierta antigüedad o destinadas a resolver problemas puntuales. El grado de cumplimiento de las condiciones para la Conservación de la Biodiversidad, en estos campos de actuación queda limitado a la profundidad de los conocimientos y criterios empleados por los profesionales actuantes, antes que por las indicaciones de la normativa. Resultaría deseable que en el futuro, una nueva generación de normas sobre esta temática adopten los avances del conocimiento en el campo de la Conservación de la Biodiversidad, a través de diversos instrumentos legales.

### **Bibliografía Citada**

Loguercio G, . Deccechis F. 2006. Forestaciones en la Patagonia Andina. Potencial y desarrollo alcanzado. Parte 1 y 2. Patagonia Forestal XII, N° 1: 3.

Minaverri CM, Gally T. 2012. La implementación de la protección legal de los bosques nativos en la Argentina. En: Revista Pensamiento Jurídico N° 35,pp. 253-278. ISSN: 0122-1108.

Rusch V, Vila A, Schlichter T, Pérez A. 2005. Información de base sobre biodiversidad y plantaciones forestales. Módulo NO de Patagonia. Grupo de Ecología Forestal, INTA EEA-Bariloche - APN Delegación Regional Patagonia.

# ECOFUEGO II

Problemática de  
Interfaz (aspectos  
técnicos, sociales y  
económicos)

## Los incendios forestales en el siglo XXI: los problemas de la interfaz urbana forestal y cambio climático

Ernesto Alvarado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Escuela de Ciencias Forestales y Medio Ambiente. Univ. de Washington. Seattle, Washington, EEUU.*

E-mail: [alvarado@uw.edu](mailto:alvarado@uw.edu)

### Resumen

La ocurrencia de incendios forestales ha alcanzado niveles catastróficos en las últimas décadas en varias partes del mundo, elevando el nivel de interés de los efectos ecológicos, sociales, económicos y en la salud humana a nivel local y regional y el impacto de estos a través de fronteras internacionales. Basado en ejemplos fundamentalmente de los EEUU, que si bien son propios de esta región, se puede aprender de ellos en países de otras regiones en las que no se ha agudizado aun el problema de los incendios y la interfaz. Aunado a esto, a nivel global hay una mayor concientización de la problemática de los incendios y los peligros directos que representan. Entre los temas que han creado una mayor conciencia social se encuentran la quema de biomasa y efectos en los gases de efecto invernadero, pérdida de hábitat y biodiversidad, contaminación y deterioración de la calidad de aire a niveles locales e internacional, salud y seguridad pública, incremento en gastos de salud humana, pérdida de producción industrial y agrícola, destrucción de recursos forestales, y disminución del turismo, entre otros. En esta presentación se dará un panorama general sobre los incendios que, a nivel global, y potenciados por el cambio climático global, afectan no solo la vegetación y áreas de Interfaz urbano-rural sino también inciden en la salud humana y en la calidad de vida de toda la población.

### Introducción

La ocurrencia de incendios forestales que ha alcanzado niveles catastróficos en las últimas décadas en varias partes del mundo ha elevado el nivel de interés de los efectos ecológicos, sociales, económicos y en la salud humana a nivel local y regional y el impacto de estos a través de fronteras internacionales. En las últimas décadas, se ha presenciado un incremento continuo en el riesgo de incendios, el área quemada y la severidad de estos, y pérdidas cuantiosas tanto en recursos naturales como en estructuras y vidas humanas sin precedente histórico. Esto no solo ha ocurrido en los bosques templados del hemisferio norte, sino también en el mundo tropical y del hemisferio sur. El Siglo 20 termino con una de las peores temporadas de incendios en el mundo tropical entre 1997/1998/99 tanto del Sureste de Asia como México, Centro y Sudamérica. En Norteamérica, el siglo 20 dejó un legado de peligro y riesgo de incendios forestales derivado de más de un siglo de éxito en la supresión de incendios, un desarrollo económico que permitió a sus residentes el re-descubrir el amor por vivir cerca de la naturaleza, y los efectos que se han empezado a sentir del cambio climático. Es cierto que las características de la situación de los Estados Unidos son propias de esta región, hay bastantes lecciones que se pueden aprender y retomar por países en otras regiones en las que no se ha agudizado aun el problema de los incendios y la interfaz. Aunado a esto, a nivel global hay una mayor concientización de la problemática de los incendios y los peligros directos que representan. Entre los temas que han creado una mayor conciencia social se encuentran la quema de biomas y efectos en los gases de efecto invernadero, pérdida de hábitat y biodiversidad, contaminación y deterioración de la calidad de aire a niveles locales e internacional, salud y seguridad pública, incremento en gastos de salud humana, pérdida de producción industrial y agrícola, destrucción de recursos forestales, disminución en turismo, entre otros.

Aunque ya pasamos una década y media en este Siglo 21, vale la pena mencionar sobre los problemas actuales de los incendios forestales, como ha sido el camino recorrido por un poco más de un siglo en la problemática y en la ciencia de incendios forestales, y las proyecciones que a futuro nos esperan. Las lecciones compartidas en este escrito, aunque están basadas principalmente en la experiencia del oeste norteamericano, pueden ser aplicables a otras regiones del mundo con condiciones biofísicas similares. Por principio, los retos a los que nos estamos enfrentando en este siglo no tienen precedente alguno en la historia moderna. Algunos de los retos más importantes son: a) más de un siglo de exclusión exitosa de incendios. Por una parte, es un orgullo para la comunidad de incendios forestales debido a que ese fue el mandato conferido a las agencias a cargo del combate de incendios forestales en los Estados Unidos. No obstante, la eficiencia en la extinción de incendios forestales ha creado un desbalance ecológico en los bosques que están adaptados un régimen de incendios frecuentes y de baja severidad. En estos ecosistemas forestales que necesitan el fuego frecuente para mantener la sanidad y resiliencia, se han perdido varios ciclos naturales de fuego, ocasionando una deterioración de la sanidad de los bosques y un incremento excesivo de combustibles; b) el incremento de la población en áreas urbanas cercanas a bosques ha puesto una presión sobre el uso de cambio de suelo al convertir bosques a desarrollos residenciales, con un conflicto entre el desarrollo urbano y la ecología de fuego local. Inclusive una temporada de incendios de magnitud normal puede convertirse en una catástrofe esta interfaz. En varios estados el oeste de la Unión Americana se ha convertido en un problema crónico. En otros estados, el problema de la interfaz se presenta en puntos más localizados; c) el cambio climático es una realidad innegable que tiene implicaciones muy fuertes en los regímenes de fuego y su manejo. La capacidad técnica y científica para enfrentarnos a los incendios forestales actuales ha mejorado enormemente. El cambio climático se ha manifestado en las últimas décadas con efectos en los incendios forestales, lo cual está poniendo a una prueba muy fuerte a los sistemas de respuesta y acción en contra de los incendios. Estos sistemas han sido diseñados para enfrentarse a los problemas del pasado y actuales. Las pruebas a las que se han sometido los sistemas de respuesta durante las últimas temporadas de incendios en el oeste de los Estados Unidos han dejado al descubierto debilidades bastante significativas que tienen que evaluarse para poder mejorar estos sistemas. Un análisis recientemente (Abatzoglou y Williams 2016), revelan que en las últimas tres décadas el 55% del área quemada en los incendios en el oeste de los Estados Unidos son atribuibles al cambio climático antropocéntrico. Este incremento en incendios ha puesto un estrés en las agencias del combate de incendios forestales. Igualmente, se han manifestado huecos en la ciencia del fuego, la tecnología, y los presupuestos disponibles para enfrentarse a una nueva realidad. El reto de los incendios y su relación con el cambio climático no es simple ya que también los incendios emiten una cantidad enorme de una gama de especies químicas. Varios de ellos son dañinos a la salud humana directamente, otros son gases de efecto de invernadero como es el CO<sub>2</sub> o tienen efectos ambientales significativos es el cambio del albedo.

Si bien es cierto que cada región tiene sus condiciones ecológicas, sociales y económicas particulares, es importante entender la dinámica pasada, presente y futura. En las siguientes secciones se abordan en forma breve el pasado, presente y el futuro de los incendios forestales, el problema de la interfaz urbana forestal y efectos en la salud humana.

### **El Gran Incendio de 1910 y Políticas de Incendios Forestales**

En los siguientes párrafos, se presentan algunas ideas de cómo surgió la dirección y políticas en incendios forestales que se han seguido por más de un siglo en los Estados Unidos. Esto es con el propósito de entender la situación actual y plantear mejores soluciones hacia un futuro. La historia moderna de los incendios forestales en los Estados Unidos inicia a partir del Gran Incendio de 1910 (The Big Blowup en inglés). Este incendio fue un parteaguas en la visión de la sociedad y las políticas

de incendios que ha tenido alcances a nivel global. No fue el primero más perjudicial, pero si fue el que unió a una nación en la lucha contra los incendios. Antes de este incendio habían ocurrido varios incendios de mayor magnitud que quemaron millones de hectáreas, se perdieron muchas vidas. Entre estos se encuentran el de Peshtigo, Wisconsin en 1871 donde se estima que perecieron 1500 personas. En 1984, el incendio de Hinckley, Minnesota perecieron 418 personas. En ese entonces no había instituciones que unieran apoyo político en la lucha contra los incendios.

Hasta la fecha, el incendio de 1910 ha sido el más grande que se ha registrado en la historia de los Estados Unidos. Se quemaron 1.2 millones de hectáreas en el NE de Washington, norte de Idaho, y el oeste de Montana. La mayor parte del incendio ocurrió en solo dos días, 20 y 21 de agosto de 1910. Los antecedentes climáticos que se conjuntaron en ese incendio fueron únicos, aunque en los últimos años se han experimentado situaciones similares. Brevemente, se presentan precipitaciones record mucho muy bajas en abril y mayo de 1910, tormentas eléctricas severas en junio que iniciaron muy temprano la temporada de incendios en el norte de las montañas Rocallosas. El 20 de agosto entro un frente frío con ráfagas de viento de hasta 110km/h que arrojaron pavesas hasta 80 km de distancia. Y como en la mayoría de los frentes fríos severos, el 23 de agosto llegan las primeras lluvias que ayudan a controlar los incendios. Derivado de este incendio, se dio un debate tanto técnico como político entre el grupo que consideraban que fuego es parte del ecosistema y los conservacionistas que creían que el fuego no tiene lugar en los bosques y debe de ser prevenido y combatido con todos los recursos disponibles. Con el apoyo del presidente en turno, T. Roosevelt, el grupo de conservacionistas ganaron el debate y se inició un proceso en 1911 hacia el desarrollo e implementación de una política de supresión total de incendios forestales. Cabe mencionar que entre 1910 y 1920, el Pacífico Noroeste de los Estados Unidos se tuvieron una serie de incendios forestales grandes que quemaron aproximadamente 8 millones de hectáreas (Egan 2009; Pyne 2010). Localmente, el incendio de 1910 fue una catástrofe con pérdida de vidas, la destrucción completa del pueblo de Wallace, Idaho, además de otros pueblos en Idaho y Montana fueron destruidos. A nivel nacional, unió a un país que estaba dividido sobre el destino de las tierras federales bajo una bandera que fue el equivalente moral de una guerra (William James 1910), con la misma disciplina y propósito que un conflicto militar. En este caso, dirigido hacia un objetivo completamente pacífico, que es el combate de incendios forestales. El congreso autorizo suficientes fondos para comprar más tierras y crear más áreas protegidas y bosques nacionales. Se financió la creación de los departamentos estatales encargados de manejar los recursos de cada estado y combatir los incendios forestales. Igualmente importante, se estableció un contrato social con el público en el que se plantea que el gobierno federal tiene la responsabilidad de combatir todos los incendios forestales, independientemente de donde ocurran. La política iniciada a partir del incendio de 1910, tuvo éxito para lo que se pretendía con el conocimiento científico que se tenía en ese momento. Heredamos uno los problemas principales actuales de incendios en el oeste que son la acumulación enorme de material combustible en los bosques, estructuras forestales que crean un problema de cambio de incendios menos severos a mayor severidad y tamaño, más dañinos, y muy costosos.

### **El Problema de la Modernidad e Incendios Forestales en la Interfaz**

Aunado al problema natural que se describe anteriormente, la destrucción de casas y estructuras en las últimas décadas ha estado incrementando en forma exponencial, aumentando los costos de combate asociados con la interfaz urbana forestal. Un problema al que no se le ha prestado mucha atención es el efecto indirecto de los incendios debido al efecto nocivo de las emisiones de humo en la calidad del aire y en la salud humana. Esto ha alcanzado también niveles sin precedentes en la sociedad moderna.

La interfaz urbana forestal está explotando con gente, no sólo en los Estados Unidos, sino también en países como Australia, los países del Mediterráneo, Canadá y muchos otros. Más gente está viviendo en ecosistemas donde la ocurrencia de incendios es un proceso ecológico normal. Por una parte, la población mundial ha estado creciendo a tasas muy por encima de lo manejable por los planificadores del desarrollo urbano. Aunado a esto, el confort económico que proporciona la modernidad en sociedades desarrolladas ha permitido que en la segunda mitad del siglo 20 los estadounidenses se re-encuentren con la naturaleza. Muchos de ellos han ido más allá en su pasión por la naturaleza y han construido sus casas en medio de ecosistemas propensos al fuego. En la década de 1990s, más de 8,4 millones de casas fueron construidas en la interfaz, lo cual es el 60% de casas nuevas construidas durante esa década (Blue Ribon Report 2008). Llegando a representar hasta más del 20% del total de casas construidas en los estados como Washington (29%) y Colorado (20%) (Gorte 2013). Se proyecta que para el 2030 se construirán otras 12.3 millones casas. A pesar de que los recursos para incendios han incrementado significativamente, el número de casas destruidas ha incrementado constantemente. Solamente en California, de los 13 incendios con más pérdidas en la historia del estado, 5 ocurrieron entre 1970-1990 y 5 entre 1990-2000. A nivel nacional, desde el 2000, el promedio de casas destruidas en la interfaz ha sobrepasado las 3000 por año (Maranghides and Mell 2012) y en 2015 sobrepasó las 4,500 (Headwaters Economics 2016). Solo en 2003, los incendios destruyeron más de 4.200 casas y causaron 22 muertes y en 2007 cerca de 3.000 casas fueron dañadas o destruidas (Gorte 2013). En Texas en el 2011 el fuego destruyó más de 2.000 casas (Maranghides and Mell 2012).

El problema de la interfaz ha creado un problema en los costos de combate de incendios forestales ya que han crecido en una forma exponencial. En el 2015, el costo de combate de incendios forestales sobrepasó los 2 mil millones de dólares, cuando solo llegaba a 500 millones en 1999. Estos valores exceden lo presupuestado para incendios, lo que pone un estrés en las agencias de incendios forestales. Por ejemplo, el USFS tienen que redistribuir su presupuesto para cubrir este déficit, lo que deja desprotegidas otras actividades que son esenciales para el manejo de los recursos forestales, incluyendo inclusive aquellas que son de prevención como lo es el tratamiento de combustibles. Las agencias federales tienen el mandato de invertir la mayoría de los fondos para tratar combustibles en la interfaz, excediendo en ocasiones el 60% de tratamientos mecánicos (Schoennagel 2009). Un porcentaje significativo de este costo se dedica a la interfaz, por ejemplo, en Montana 30% del presupuesto para combate de incendios forestales se dedica a proteger casas, con un costo promedio de \$8mil dólares por casa. En el caso de California, el costo promedio de protección es de \$82mil dólares por casa (Gorte 2013).

El problema es bastante complejo y debe de enfocarse desde diversas perspectivas, no solo la biológica o física, sino también social y económica, incluyendo cuestiones legales, planificación urbana, gobierno, etc. El problema surge cuando los incendios llegan a los vecindarios desde el bosque, el cual es un fenómeno de línea, donde convergen el riesgo de que inicie un incendio, el peligro dado por la acumulación excesiva de biomasa inflamable y los valores económicos. Al llegar las llamas a la interfaz, el problema se convierte en un fenómeno puntual ya que las casas son la porción más inflamable del paisaje.

Hay bastante responsabilidad para compartir entre las partes involucradas. Las soluciones planteadas también son múltiples y no hay una solución única. Un problema fundamental es la falta de responsabilidad legal de inmobiliarias que construyen en zonas peligrosas de la interfaz, propensas a incendios, a los gobiernos locales que autorizan zonas residenciales en esas zonas, y compañías de seguros. La responsabilidad también reside en los dueños de casas y hacia ellos se han estado dirigiendo campañas educativas muy intensas como el FireWise, el cual se plantea como participación voluntaria. Las recomendaciones para convertir la casa y el paisaje a FireWise,

parecería tan obvio y sencillo que parecería trivial la aceptación e implementación de este programa. Sin embargo, de las 70,000 comunidades consideradas como en riesgo de incendios de interfaz, solo 2% han sido certificadas como FireWise (Gorte 2013). En cuanto a pérdidas, en 2015 las pérdidas totales de casas en la interfaz llegaron a los 2.3 mil millones de dólares, de los cuales solo 1.3 mil millones estaban asegurados.

Se ha propuesto que la única manera de lidiar con el problema de los incendios forestales actuales y futuros y el crecimiento de la interfaz es considerar a los incendios forestales como un desastre natural y financiar estos al igual que los demás desastres naturales como los huracanes, terremotos, tornados, tsunamis, etc. Un obstáculo al respecto es la falta de una escala que refleje el nivel de daño al igual que los demás desastres, por ejemplo, la clasificación en escalas que son traducible a daños que pueden alcanzar un nivel catastrófico como son los huracanes de nivel 5 o terremotos de magnitud 9. En el caso de incendios forestales, esta escala no existe y no hay una herramienta de valoración y comunicación del daño causado. Una de las propuestas más consistentes ha sido presentada por el National Institute of Standards and Technology (Maranghides y Mell 2012). Esta escala está dirigida a resolver el problema de falta de sincronización entre los códigos y estándares de construcción de residencias, el peligro potencial de incendios forestales y la exposición de las casas a las pavesas. El NIST propone una escala que cuantifica la severidad esperada de los eventos de la interfaz basada en mediciones, o escalas, de pavesas esperadas (escalas de E1-E4) y exposición al fuego (escalas de F1-F4). Esta escala se ha planteado con información basada en tres componentes críticos, a) impacto de las acciones de defensa de los primeros respondedores, como son los servicios de emergencia o bomberos, y los propietarios de la residencia; b) documentación sistemática de la respuesta de las estructuras a los incendios de la interfaz; y c) cuantificación de la exposición a fuego y pavesas. Algunas otras agencias tienen sus propias escalas, aunque la propuesta de NIST es más robusta y puede ser aplicada nacionalmente. Esta escala aún necesita probarse extensivamente en el campo y refinarse para poder implementarse nacionalmente.

Es evidente que el contrato social mencionado anteriormente y que fue adoptado entre el gobierno federal y el público a partir del gran incendio de 1910 necesita ser actualizado. Este contrato creó la confianza entre los moradores de la interfaz que el gobierno federal tiene la responsabilidad de protegerlos en contra de la amenaza de los incendios forestales. Estos incendios de la interfaz no eran relevantes hace 100 años. Aparentemente, el contrato funcionó hasta hace algunas décadas. En las últimas décadas, este contrato no ha sido sostenible. Entre los planteamientos que se podrían hacer es responsabilizar a los propietarios de casas e inmobiliarias el pagar por los servicios de protección proporcionados, de tal manera que se enfrenten al costo verdadero de la decisión de vivir en áreas muy propensas a incendios peligrosos; evitar enfocarse solo en una dimensión del problema del fuego y analizar la inversión financiera y social para solucionar conjuntamente el problema de un siglo de políticas de exclusión de incendios. En 2007 al referirse a un reporte sobre un incendio en California que terminó con la vida de 5 combatientes que perecieron tratando de salvar una residencia rodeada de chaparral, Tom Harbour declaró en una entrevista periodística "Necesitamos estar diciéndole a la gente incluso con más claridad que no solo porque ustedes construyen algo aquí (interfaz urbana forestal), no vamos a morir por eso" Esta declaración muy clara captura el sentir y la frustración de que aún se siguen perdiendo vidas al tratar de salvar casas y estructuras en lugares donde inevitablemente van a ocurrir incendios.

### **Donde Hay Humo, Hay Fuego: Emisiones y Calidad del Aire**

Una de las mayores preocupaciones que han surgido en esta época moderna es el de los efectos en la salud humana del humo producido por la combustión de biomasa, ya sea de incendios forestales, quemadas prescritas o agrícolas, o quema de biomasa en general. Es bien conocido que, en la

combustión completa de biomasa solo se produce bióxido de carbono y agua. Sin embargo, esta no existe en la naturaleza por diversas razones. La combustión de biomasa siempre se da en forma incompleta produciendo bióxido de carbono, monóxido de carbono, material particulado, un número grande de compuestos orgánicos volátiles, dióxido de sulfuro, metano, en ocasiones mercurio y muchos otros. Muchos de estos son dañinos al ambiente y también nocivos a la salud. Se sabe que globalmente, aproximadamente el 20% de bióxido de carbono y 30% del carbono negro (u hollín) provienen de quema de biomasa, lo cual en si es meritorio para mejorar los sistemas de manejo del fuego.

Típicamente, la preocupación sobre la exposición a estos contaminantes son los combatientes por cuestiones de seguridad y salud, además de público cercano a la fuente de humo (Adetona et al. 2016). En las últimas décadas, los estudios sobre salud humana y efectos ambientales han revelado que estos contaminantes pueden viajar cientos o miles de kilómetros y afectar a poblaciones, glaciares o hielos polares lejanas de la fuente de humo. El humo puede disminuir significativamente la calidad del aire y afectar la seguridad en la transportación, puede ser una incomodidad para el público, dañar ecosistemas, o solo afectar la visibilidad. Los compuestos liberados por el humo son potentes gases de efecto de invernadero, precursores de Ozono, pero también pueden afectar el albedo en regiones de glaciares de montaña o hielos permanentes de las capas polares donde el carbono negro está acelerando el deshielo.

Un tema que recibiendo más atención recientemente en los Estados Unidos es el cómo evaluar los riesgos de las emisiones de incendios y los impactos del humo en la seguridad de combatientes, seguridad, transporte, y salud comunitaria. Los umbrales que se usan son los de EPA (U.S. EPA 2009). En el caso del material particulado y los efectos en la salud humana, que es el más estudiado por ser regulado a nivel federal, no hay un umbral bueno que sirva como base. En estudios reportados en el reporte de EPA mencionado, se puede generalizar que por cada  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  de exposición adicional causa un 30% de incremento en la probabilidad de bronquitis y un 10% de incremento de mortalidad, principalmente en segmentos vulnerables de la población o con enfermedades que se acrecientan por el estrés causado por exposición a humo como son enfermedades cardiacas. Aunque esa generalización enmascara una incertidumbre grande, lo cierto es que los incendios forestales exponen a millones de personas a niveles de insalubres a peligrosos de humo por periodos extensos, como han sido las temporadas de incendios recientes. Basados en la literatura, como regla general se puede mencionar que por cada 100 mil gentes que se exponen a  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  por 10 días, se esperan 5 muertes más y una pérdida económica equivalente entre \$10-50 millones de dólares. Parecerían alarmantes estos números, sin embargo, recientemente Koplitz et al (2016) estimaron que, como resultado de la exposición al humo proveniente de Indonesia, este resulto en un incremento de 91,600 muertes en Indonesia, 6,500 en Malasia y 2,200 en Singapur. La mortalidad a este nivel en cualquier país, sobrepasa todas las pérdidas materiales que aquejan a la interfaz, donde las pérdidas se miden en daños materiales.

Indudablemente que el reconocer las causas de raíz de la problemática de incendios forestales es un paso importante en el diseño de mejores sistemas de manejo del fuego, no solo enfocándose a las pérdidas y efectos ambientales o ecológicos, sino también por las pérdidas económicas y sociales en la interfaz, y ultimadamente por el potencial de pérdidas humanas en números que apenas se está reconociendo hasta recientemente. Estos sistemas de manejo del fuego deben reconocer la problemática actual y a la que se prevé en el futuro debido al cambio climático. La tarea no es fácil, pero hay que iniciarla o continuarla.

## Bibliografía

- Abatzoglou JT; A. Park Williams AP. 2016. Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1607171113.
- Adetona O; Reinhardt TE; Domitrovich J; Broyles G; Adetona AM; Kleinman MT; Ottmar RD; Naeher LP. 2016. Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public, *Inhalation Toxicology*, 28:3, 95-139.
- Blue Ribbon Report. 2008. International Code Council. The Blue Ribbon Panel Report on Wildland Urban Interface. April 4, 2008. <http://inawf.memberclicks.net/assets/blueribbonreport-low.pdf>
- Egan T. 2009. *The Big Burn: Teddy Roosevelt and the Fire that Saved America*. Houghton Mifflin Harcourt. 324pp
- Gorte R. 2013. The rising cost of wildfire protection. A Research Paper by Headwater Economics. Bozeman, Montana. 19 p
- Harbour, T. 2007. "We need to be telling people with even more clarity that just because you built something here [wildland-urban interface], we're not going to die for it." Interview with the Director Aviation & Fire Management USFS- USA Today, May 11-13, 2007.
- Headwater Economics, 2016. The wildland-urban interface: trends, future and solutions. A Research Paper by Headwater Economics. Bozeman, Montana. <http://headwaterseconomics.org>
- Kopplitz SN; Mickley LJ; Marlier ME; Buonocore JJ; Kim PS; Tianjia Liu T;5, Sulprizio MP; DeFries RS;3, Jacob DJ; Schwartz J;6, Pongsiri M; Myers SS. 2016. Public health impacts of the severe haze in Equatorial Asia in September–October 2015: demonstration of a new framework for informing fire management strategies to reduce downwind smoke exposure. *Environmental Research Letters* 11
- Maranghides A; Mell W. 2012. Framework for Addressing the National Wildland Urban Interface Fire Problem – Determining Fire and Ember Exposure Zones using a WUI Hazard Scale. NIST Technical Note 1748. National Institute of Standards and Technology, US Department of Commerce. 25 pp.
- Pyne S. 2010. *America's fires: a historical context for policy and practice*. Forest History Society. 94 pp.
- Schoennagel T; Nelson CR; Theobald DM; Carnwath GC; Chapman TB. 2009. Implementation of National Fire Plan fuel treatments near the wildland–urban interface in the western US. *P Natl Acad Sci USA* 106: 10706–11.
- U.S. EPA. 2009 Final Report: Integrated Science Assessment for Particulate Matter. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/139F, 2009.

## Base metodológica para la caracterización del combustible forestal de parches naturales en áreas de interfase rural-urbano, en el contexto pampeano

Silvia C. Ramat\*<sup>1</sup>; Hernán V. Ibañez<sup>2</sup>; Gabriel E. Zunino<sup>1</sup>; Yamila S. Berdun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de General Sarmiento; <sup>2</sup>Cuerpo Municipal de Guardaparques, Moreno, Prov. de Buenos Aires.

\*Autor de correspondencia: [silviaramat@hotmail.com](mailto:silviaramat@hotmail.com)

### Resumen

La mayoría de las especies arbóreas que se encuentran en zonas urbanas y periurbanas son exóticas, adaptadas y naturalizadas. El objetivo de este trabajo es una propuesta metodológica de la caracterización del combustible forestal, adaptada a una reserva en el contexto del paisaje en el periurbano bonaerense. Este tipo de estudio abona a una línea de base en el predio y se orienta hacia un plan integral del manejo del fuego. Este trabajo se realizó en la Reserva Municipal Parque Los Robles de 268 ha, dentro del Área Natural Protegida Dique Roggero que comprende 1000 ha (58° 51'W; 34° 41'S), en el municipio de Moreno. Se aplicó una metodología adaptada para la caracterización florística de asociaciones de especies, se realizó una ponderación del riesgo de incendio forestal, asignándole un peso a las distintas variables para cada cama de combustible. Se seleccionaron 7 sitios de muestreos fuera de los senderos con una parcela cuadrada de 0.04 ha y 6 sobre los senderos, con dos transectas rectangulares de 0.009 ha a cada lado. Se caracterizaron cuantitativamente las camas de combustible forestal, su distribución horizontal, vertical, por componentes de cada especie y por clase diamétricas. Se realizó un análisis estadístico con el software SPSS, donde se comparó nº tallos\*ha<sup>-1</sup>, se aplicó una correlación de Pearson entre tipo de dispersión de semillas de especies exóticas e invasoras dominantes (*Gleditsia triacanthos*, *Ligustrum lucidum*, *Fraxinus americana*) y disturbios por incendios. El análisis estadístico mostró una correlación lineal positiva marginalmente significativa ( $r=0.704$ ,  $p=0.044$ ) entre densidad de especies exóticas y presencia de disturbios. La carga de hojarasca depende de la composición de especies específicas asociadas por sitio, con un nivel de significación ( $p<0.05$ ). A partir de los valores obtenidos en la cuantificación, que sirvieron como base en la elaboración de un mapa de riesgo potencial de incendio forestal al conjugar con otros parámetros como ocurrencia de incendios, usos del suelo y zona de interfase.

**Palabras Claves:** camas de combustible, incendio forestal, riesgo de incendio.

### Introducción

La Provincia de Buenos Aires pertenece a la Ecorregión Pampeana. Muchos parches de bosques o arbustales son neoeosistemas<sup>2</sup>. La mayoría de las especies arbóreas que se encuentran en zonas urbanas y periurbanas son exóticas, adaptadas y naturalizadas. Estos parches funcionan como ecosistemas naturales en cuanto a la autodepuración y a las funciones ecológicas como los ciclos de nutrientes, productividad primaria, flujo de energías en redes tróficas (Matteucci, 2006).

Este trabajo es una propuesta metodológica adaptada a una reserva, situada en una zona de interfase, en el contexto del paisaje en el periurbano bonaerense. Este tipo de estudio abona a una línea de base en el predio y se orienta hacia un plan integral del manejo del fuego. Se consideraron los pulsos naturales propios que pueden servir como guía para otros bosques naturales. Se realizó una caracterización florística, se relevaron asociaciones de especies, se ponderaron las variables del análisis del peligro y riesgo de Incendios forestales y se identificaron los servicios ecosistémicos en la

---

<sup>2</sup> Término acuñado por Morello.

Reserva Municipal Parque Los Robles de 268 ha, dentro del Área Natural Protegida Dique Roggero comprende 1000 ha, (58° 51' W, 34° 41' S), en el municipio de Moreno, provincia de Buenos Aires. Esta área natural, se localiza en el primer tramo de la cuenca media del río Reconquista.

La caracterización, cuantificación y clasificación de los combustibles forestales constituye un tema de investigación que aporta información y conocimiento para el manejo del fuego. Además la información sobre combustibles tiene otras aplicaciones, desde la evaluación como recurso a la caracterización de condiciones del hábitat de la fauna silvestre o la estimación de almacenes y flujos de carbono.

### **Materiales y Métodos**

La caracterización cualitativa del predio sirvió para sentar los lineamientos y diseñar los muestreos de una manera más eficaz. En una primera etapa se recorrió durante el período de Mayo a Septiembre del 2015 el área de estudio para caracterizar el predio. También se obtuvo información de incendios locales para el período 2011-2013. Cada sitio de muestreo se seleccionó al azar, dentro de la zona definida, el porcentaje de área dependió de la heterogeneidad de las camas de combustibles.

En una segunda etapa se diseñó la metodología teniendo en cuenta recomendaciones previamente publicadas (Ríos & Peláez, 2009) y se adaptó al Parque Municipal Los Robles, el cual tiene un área adecuada para realizar este estudio. Se seleccionaron 7 sitios de muestreo cuadrados de 0.04 ha fuera de los senderos y 6 sobre los senderos, dos transectas rectangulares de 0.009 ha a cada lado de los senderos. Se caracterizaron cuantitativamente los distintos estratos, su distribución horizontal, vertical, por componentes de cada especie y por diámetro a la altura del pecho (DAP).

Se realizó un análisis estadístico con el software SPSS 20.0 para ponderar las variables que intervienen en potenciales incendios a partir de carga, humedad y asociaciones de especies. Se comparó la densidad (nº tallos/ha.)<sup>3</sup>, se aplicó una correlación de Pearson entre tipo de dispersión de semillas de especies exóticas y tipo de disturbios y por otro lado sin ningún disturbio observado. Se comparó la carga de la hojarasca entre sitios de muestreos y la composición de la hojarasca recolectada con el método ANOVA de dos factores, se ajustó para comparaciones múltiples con Tukey.

Para estimar la carga aérea (Mg/ha)<sup>4</sup> se relevaron datos como DAP, altura fuste y altura total. A partir del volumen y los datos de GE<sup>5</sup> recopilados de cada especie florística, se calculó la carga, por método indirecto, a través de ecuaciones alométricas. A partir de la carga aérea se estimó la captura de carbono, por recomendaciones de IPCC<sup>6</sup> multiplicando por los factores 0,5 para la captura de carbono y 3,36 para la conversión a dióxido de carbono.

Se realizó un modelo de predicción de la humedad de cada combustible superficial, el cual se estimó por métodos directo. Para ellos se realizó una regresión lineal múltiple. Como variables independientes se tomó en cuenta la humedad relativa media y la temperatura media del día del muestreo, la acumulación de lluvias en milímetros para los últimos siete días antes de la toma de muestra, suministrada por el centro meteorológico de Castelar; la humedad del suelo a 20 cm de profundidad. La toma de muestras del estrato superficial y edáfico se tomaron del 4 de Enero y el 9 de Febrero del 2016 y se procedió en el laboratorio a calcular la humedad de hojarasca, MLC (material leñoso caído) en estufa a 65°C y para suelo a 105 °C hasta su peso constante.

<sup>3</sup>Para calcular número de tallos se consideró el número de troncos.

<sup>4</sup> Mg/ha. Mega gramos por hectárea.

<sup>5</sup> GE. Gravedad específica.

<sup>6</sup> IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Se realizó el Índice de peligrosidad de incendios a partir de la carga (Mg/ha) que se calculó en combustibles superficiales, con los modelos de predicción de humedad para cada tipo y categoría de combustible. Se procedió a realizar un polinomio en el cual cada término está definido por la carga dividida la humedad, siendo la humedad y la carga una función inversa en relación a la peligrosidad. A cada término que está representado por un tipo y categoría de combustible se le dio una ponderación de acuerdo al rol en la velocidad y propagación del fuego. También se consideró al momento de clasificar en Bajo, Medio o Alto la continuidad vertical, horizontal y el porcentaje de cobertura. Variables que se tomaron en cuenta para el modelo son la hojarasca, VBANL (vegetación de baja altura no leñosa), MLC de categoría 1horas, 10 horas y 100 horas.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para riesgo se determinaron a partir de la observación de campo, análisis de la zona de interfase: Proximidad de la población, actividades productivas y valoración de la tierra, ocurrencia de histórica de incendios, expansión del ejido urbano, senderos y áreas de alta transitividad. Los criterios que se consideraron para el análisis de peligrosidad, fueron la exposición de la vegetación hacia el norte, la dirección de vientos frecuentes, vientos poco frecuente pero de mayor intensidad y la valoración del índice de peligrosidad carga/humedad. Estos criterios fueron representados por cuatro mapas con áreas buffer. A través de la superposición de capas se elaboró un mapa con áreas prioritarias de manejo.

### Resultados

Las especies de eucaliptos, casuarinas, álamos tenderían a desaparecer debido a la ausencia de renovales. El ligustro, acacia negra y fresno son parte de la sucesión secundaria dominante con mayor densidad de individuos en las clases diamétricas con  $DAP < 12$  cm. El análisis estadístico mostró una correlación lineal positiva marginalmente significativa ( $r=0.704$ ,  $p=0.044$ ) entre densidad de especies exóticas y presencia de disturbios (vuelcos e incendios). Además, no se observó una correlación lineal positiva ( $r=0.331$ ,  $p=0.064$ ) en relación a la diseminación de semillas. La distribución de especies difirió en los senderos con respecto a sitios alejados.

Se consideró como combustible aéreo las especies leñosas con  $12\text{cm} > DAP > 5\text{cm}$  y  $DAP > 12\text{cm}$  con sus componentes aéreo fuste, ramas y follaje. El área con mayor carga por hectárea fue M1 (con 237,5 Mg/ha; 706,6 Mg/ha), con mayor carga que los otros sitios con especies de  $DAP > 12$  cm. Seguido con una carga menor M3 (35,1 Mg/ha, 384,9 Mg/ha), M5 (131,7 Mg/ha; 368,1 Mg/ha) y M7 (73,8 Mg/ha, 361 Mg/ha). La captura de carbono total se estimó a partir de la carga total media por hectárea, y se obtuvo 98.60 Mg/ha, de dióxido de carbono en 5323.35 Mg/ha y la biomasa aérea en 200.9 Mg/ha.

De los análisis de ocurrencias de incendios, del combustible quemado por hectárea, el 54% se consumió y se propago por pastizales, el 22% arbustos y el 17% por bosque. Con respecto a las causas del inicio del fuego, salvos las causas sin determinar, son todas por negligencia y por prácticas irresponsables de actividades antrópicas. La primera causa fue por quema de basuras 43% y en general ocurrieron al NO del área estudiada, le siguió causa sin determinar que representó el 29% del total, luego prácticas imprudentes de turistas 14% y por último quema de pastizales producto de prácticas agrarias. Con respecto a la frecuencia estacional, en primer lugar con el 60% de la ocurrencia se dio en época estival y le siguió con el 33% la época de primavera y por último en otoño. No consta en los registros ocurrencia de incendios en el invierno.

Para el análisis potencial de riesgo se han considerado 4 criterios principales: Ocurrencia histórica de incendios, que se georreferenciaron los incendios y el nivel de presión de fuegos alrededor de la reserva; senderos y aéreas de alta transitividad: los senderos principales, la zona de camping y parrillas, son transitados por turistas, como por vecinos al parque. El sendero detrás del terraplén, conecta las zonas de actividad agropecuaria con barrios externos al parque hacia el Norte. En dicho sendero se observó durante los meses de recorrido, restos RSU<sup>7</sup>, RINES<sup>8</sup>; se realizó un mapa de la

<sup>7</sup> RSU. Residuos sólidos urbanos.

proximidad de la población, actividades productivas y valoración de la tierra. Se considera que la población infiere sustancialmente en el riesgo de que se generen incendios derivados de que en la zona del área de conservación el fuego. El avance de la urbanización y el aumento de la valorización de las tierras próximas al parque generan una presión sobre el área de estudio.

Como criterios en el análisis potencial del peligro: Los valores más altos del índice se dieron en M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y S<sub>11</sub>; En el sendero perimetral NO y NE que reciben mayor radiación ya que tienen exposición NO en horas de la mañana tarde para recibir las últimas horas del día la zona del terraplén Oeste.

Del análisis integral de los criterios descriptos antes, se obtuvo un mapa con áreas prioritarias para el manejo del fuego. El área APM<sub>1</sub> es el sector más crítico en cuanto alto índice de peligrosidad en relación carga/humedad, ocurrencia histórica de incendios, transitividad de pobladores, con orientación al N y NO; y exposición a vientos frecuentes (F.V) y menos frecuentes con mayor velocidad (I.V) con dirección oeste en periodos cálidos (Véase Figura 1).

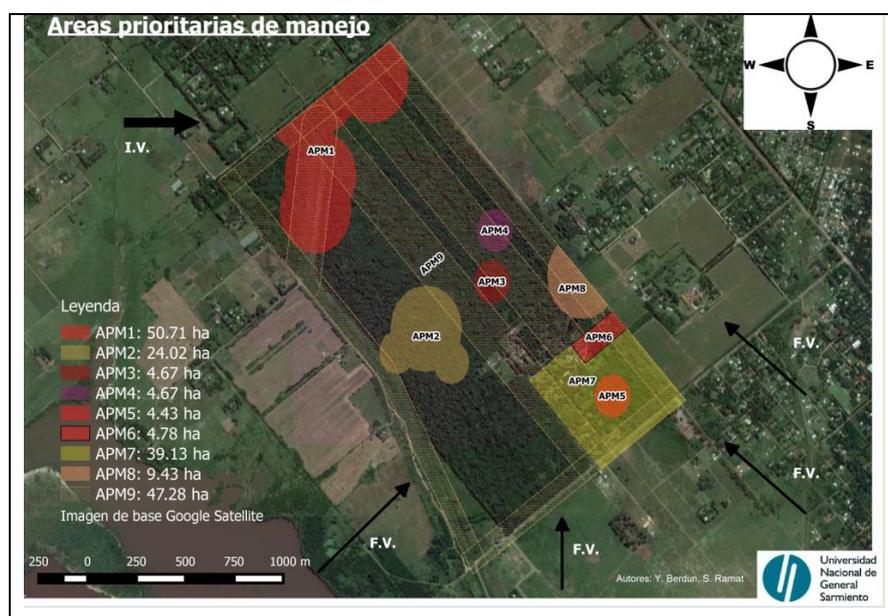


Figura 1. Áreas prioritarias de manejo en la Reserva Municipal Parque los Robles.

## Discusión y Recomendación

La densidad de especies exóticas dio una correlación marginal con respecto a disturbios previos, sería conveniente realizar en otras áreas naturales más estudios para analizar tendencias.

El manejo integral del fuego, con una mirada holística es fundamental en áreas de interfase rural urbano en el contexto del paisaje pampeano. La educación ambiental y la concientización del cuidado del parque sumado a la importancia como lugar de conservación, debería estar contemplado en la prevención de incendios. Por ello es necesario que las poblaciones locales debieran formar parte de proyectos a través de enfoques basados en participación de la población, ya que a menudo son los actores principales en la gestión del paisaje.

## Conclusión

La humedad de los combustibles depende no solo de condiciones meteorológicas sino con la distribución florística del bosque creando gradientes de estos factores meteorológicos conformando un microclima debajo del dosel.

<sup>8</sup> RINEs. Residuos industriales no especiales.

La ocurrencia de incendios forestales en el área del periurbano depende de la estacionalidad y de las actividades antrópicas, por lo que es necesario analizarlo junto con la caracterización del combustible forestal, lo cual permitirán detectar aéreas prioritarias de manejo integral del fuego.

El riesgo potencial de incendios se ve influenciado por la presencia de poblaciones cercanas y de las prácticas, los pobladores realizan quemas de RSU, actividades agropecuarias que requieren el fuego como herramienta para limpieza de terrenos o regenerar pastos en menor medida, y prácticas imprudentes de turistas en el parque o zonas de influencia. El peligro potencial de incendio esta influenciado por factores meteorológicos, la traza combustible/ humedad, las áreas con orientación hacia el Norte y zonas NE, E, SE con vientos frecuentes.

El análisis de los mapas de riesgo y peligro potencial de incendios para la prevención y manejo integral de incendios, permitirá una mejor asignación de recursos económicos y humanos en dichas áreas. El área APM1 es el sector más crítico en cuanto alto índice de peligrosidad en relación carga/humedad, ocurrencia histórica de incendios, transitividad de pobladores, con orientación al N y NO; y exposición a vientos poco frecuentes pero con mayor velocidad del oeste en periodos cálidos.

### Agradecimientos

Esta tesina fue financiada por: Beca de investigación y Docencia de estudiantes de grados, UNGS, Proyecto adscripto de la becaria: La **resiliencia** del Gran Buenos Aires: exploración de casos en el contexto pampeano, metropolitano y rioplatense.

### Bibliografía

Ríos, J. y Peláez, E. 2003-2009. "*Caracterización y cuantificación de combustible Forestal*" en conjunto Departamento de ecología y recursos naturales, IMECBIO del centro universitario de la costa del sur de la Universidad de Guadalajara. Con Ernesto Albarado celestino del colegio de recursos forestales de la Universidad de Washington. Grupo de Investigación aplicada sobre fuego y medioambiente (FERA). CONAFOR.

Matteucci, SD, Pla, L, Morello, J. Buzai, GD. 2006. *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural: El caso de la ecorregión pampeana*. Distribución de parches boscosos y arbustales y sus relaciones con otros objetos del territorio. Orientación Gráfica Ed. Buenos Aires: 223 – 250.

## Evaluación del peligro de incendios de interfase en viviendas rurales del paraje Trompul dentro del Parque Nacional Lanín

Emanuel Tula<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Asentamiento Universitario San Martín de los Andes; Universidad Nacional del Comahue.*  
E-mail: emanueltula89@gmail.com

### Resumen

Los Bosques andinos patagónicos han sufrido en estos últimos años incendios forestales de gran magnitud, comprometiendo las áreas y sectores poblados en el ámbito rural y en la interfaz urbano-forestal, generando desastres de una cuantía difícil de imaginar. El aumento de las temperaturas, las intensas sequías, la predisposición de los combustibles, el aumento demográfico transitorio por actividades turísticas y las condiciones atmosféricas (tormentas eléctricas) generan comportamientos extremos haciendo incrementar el peligro. Los sistemas de respuesta a estas problemáticas han evolucionado positivamente en estos últimos años, esto se ve en el momento del trabajo por la cantidad de recursos que se movilizan. No tuvo la misma evolución uno de los pilares fundamentales para cualquier tipo de contingencia, la prevención. Es por ello que se llevó a cabo el siguiente trabajo siendo un componente dentro de un Plan de Prevención. Dicho trabajo se llevó a cabo en el Paraje Trompul, territorio de la Comunidad Mapuche Curruhuinca bajo la jurisdicción del Parque Nacional Lanín, correspondiendo a asentamientos rurales dispersos en terrenos forestales. Consistiendo en relevar el peligro de incendio de interfase en viviendas rurales a nivel predial, como así también el riesgo de incendio de viviendas y la seguridad de los pobladores. Mediante la implementación de la "Guía para la prevención de incendios de Interfase" creada por el Plan Nacional de Manejo del Fuego. Se busca disminuir el peligro mediante la concientización informando sobre la silvicultura preventiva, el tratamiento para los combustibles y las recomendaciones para prevenir un incendio de estructura. Se pretende que el público, las entidades de respuesta ante emergencias y los gobiernos locales estén más conscientes de los riesgos de incendios en zonas rurales para que preparen y planeen las medidas para mitigar los efectos que dichos incendios conllevan. Los resultados obtenidos reflejan un riesgo de incendio de alto a muy alto, demostrando la necesidad de trabajar e investigar sobre esta temática.

**Palabras Clave:** prevención, peligro, área rural.

### Introducción

Los incendios forestales generan severos impactos ambientales y sociales que resulta un problema cada vez más complejo para nuestra sociedad. Más aun cuando se comprometen áreas y sectores poblados en el ámbito rural y en la interfaz urbano-forestal (Radeloff & Theobald, 2001), que cuyos incendios no sólo destruyen viviendas, sino que también repercuten en las mismas personas y generan desastres de una cuantía difícil de imaginar (Handmer 2008; Ashe 2007).

La interfase forestal-urbana es un término utilizado globalmente para describir las áreas forestales adyacentes a las poblaciones. Un incendio en la interfase forestal-urbana, es aquel en el cual el combustible que alimenta el fuego cambia de combustible forestal a urbano o viceversa. Para que esto suceda, la relación entre la intensidad del fuego, su distancia a las estructuras, y las características de estas deben ser tal que se pueda generar la ignición de las áreas inflamables. Las características de las viviendas tienen que ser adecuadas y las poblaciones que viven en estas áreas tienen la responsabilidad de proteger sus casas y propiedades del riesgo de incendios, al hacer esto se tendrá una mejor oportunidad de evitar o reducir las pérdidas cuando se produce un incendio.

### Antecedentes

La presencia del fuego como agente modelador del paisaje en la región andina sudamericana se señala al menos para los últimos 40.000 años (Heusser 1983). Varias de las especies del Bosque Andino Patagónico (BAP) han desarrollado adaptaciones asociadas al disturbio fuego, como por

ejemplo cortezas gruesas, poda natural de las ramas bajas formando el parasol característico en individuos adultos, y la capacidad de rebrote vegetativo, entre otras. El fuego juega entonces un rol importante en la estructura y dinámica de los BAP, a escala tanto de rodal como de paisaje (Veblen et al 2008).

Dentro de los Bosques Andinos Patagónicos, bajo la jurisdicción del Parque Nacional Lanín se encuentra situado el Paraje Trompul, territorio de la Comunidad Mapuche Curruhuinca bajo el tipo de interfaz urbano-forestal: "asentamientos rurales dispersos en terrenos forestales".

### Objetivos

Haciendo hincapié en la prevención de incendios de interfase en el área rural, se realizó este trabajo, teniendo como objetivo general relevar el Peligro de Incendios de Interfase en viviendas rurales.

#### Objetivos específicos:

- Evaluar el peligro de incendio de interfase en el predio sobre un radio de 30 metros alrededor de la vivienda del poblador.
- Evaluar el peligro de incendio de las viviendas individuales.
- Evaluar la seguridad de los pobladores ante un incendio.
- Proponer sobre las actividades silvícola para disminuir el peligro de incendio del predio.
- Elaborar un mapa de las áreas relevadas con sus respectivos peligros de incendio tanto del predio como de las viviendas.

### Metodología

Para evaluar el peligro se utilizó la "Guía para la prevención de incendios de interfase elaborada por el Plan Nacional de Manejo del Fuego". Dicha metodología propone pautas que ayuden a planificar las actividades que puede tomar la comunidad para reducir al mínimo el riesgo de pérdidas personales y materiales por incendios forestales. Se basa en analizar variables ambientales como espesor del mantillo, desechos finos y gruesos, vegetación, características topográficas, etc., como así también condiciones meteorológicas y capacidades de supresión. Se evalúa de manera individual el riesgo de incendio en viviendas mediante el llenado de formularios y se analiza la seguridad del poblador a través de encuestas. Después de analizar las variables y responder las preguntas mediante un sistema de puntaje se determina el Peligro de Incendios de Interfase del predio. Se eligieron distintos pobladores tratando de cubrir toda el área de estudio, tomando como unidad de muestreo el predio del poblador con un radio de 30 metros siendo el centro del mismo la vivienda, denominándose espacio defendible.

### Resultados

Evaluación del Riesgo de  
Incendio de Interfase

- Riesgo de Incendio de Interfase de Predios. RIIP
- Riesgo de Incendio de Viviendas. RIV

**Tabla N°1.** Resultados del RIIP, RIV, seguridad y recomendación silvícola.

NOMBRE	RIIP	RIV	SEG	RS
Irma Curruhuinca	ALTO	ALTO	2	P.RCS.RC
Erica Curruhuinca	MODERADO	MODERADO	1	P.RCS.RC
Ayelen Huenteo	ALTO	EXTREMO	1	RC
Epulef Monica	MUY ALTO	MODERADO	1	P.RCS.RC
Catricura Mirian	MODERADO	BAJO	1	P.RCS.RC
Epulef Mirta	MODERADO	BAJO	2	SR
Cristina Quilapan	MODERADO	BAJO	2	P.RCS
Daniel Catricura	ALTO	EXTREMO	2	RCS
Elva Epulef	ALTO	BAJO	1	P.RCS.RC
Escuela de Trompul	ALTO	BAJO	2	P
Egidio Curruhuinca	MUY ALTO	MODERADO	3	P.R
Blanca Epulef	MUY ALTO	MODERADO	1	SR
Mercedes Guenchuyan	ALTO	MODERADO	2	P.R
Rosa Cayun	MUY ALTO	BAJO	2	P.RC
Isolina Cayun	ALTO	MODERADO	2	P.RC
Neculpan Maria Alex	ALTO	EXTREMO	1	P.R
Concepción Manque	ALTO	BAJO	1	RC
Soledad Albertina Curruhuinca	MODERADO	MODERADO	1	P.R
Lorena Epulef	MUY ALTO	EXTREMO	1	P.RCS.RC.R

### Referencias

1. Usted y su familia no tienen conocimientos de los riesgos potenciales de un incendio rural en áreas forestales, ni están preparados para enfrentarlos. Revisar las preguntas con puntaje bajo.
2. Usted y su familia tienen conocimientos de incendios rurales y están preparados para enfrentarlos, pero necesitan reducir el riesgo aún más. Revisar las preguntas con puntaje bajo. Cualquier cambio, por mínimo que sea puede reducir el riesgo de incendio.
3. Usted y su familia tienen conocimientos de incendios rurales y están preparados para enfrentar el próximo que ocurra en su área. Continúe con estos cuidados y preparativos, y comuníquelos a sus vecinos.

P: Poda  
R: Raleo  
SR: Sin recomendación  
RC: Remoción de combustible  
RCS: Reducción de combustible a nivel del suelo

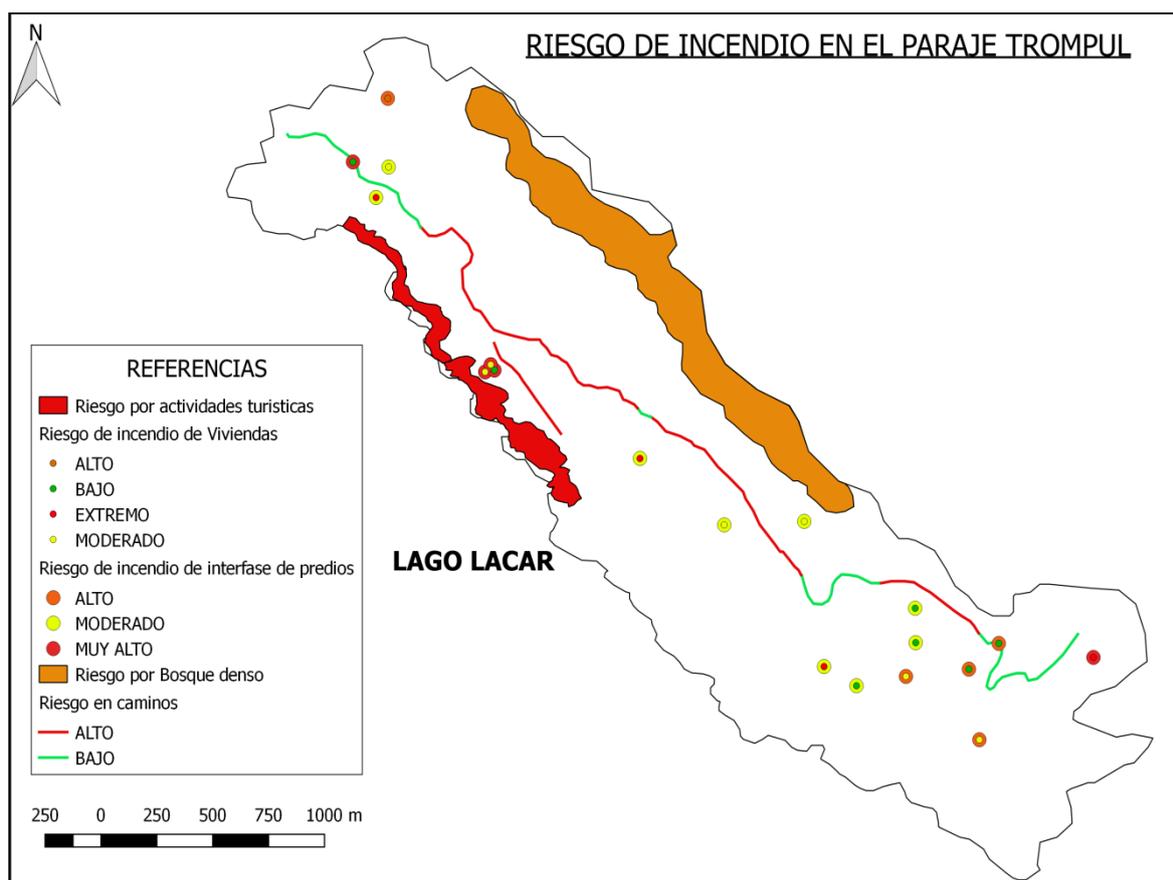


Figura N°1. Riesgo de Incendio en el Paraje Trompul.

## Conclusión

El área de estudio presenta niveles de riesgo de incendios de "moderados a muy altos", con predios caracterizados por la presencia de árboles sin podar donde la mayoría de ellos están en contacto con tendidos eléctricos, como así también con combustibles finos de arbustos y pastizales. El riesgo también se ve influenciado debido a las condiciones meteorológicas presentes en la época de verano con largos períodos sin lluvias con temperaturas mayores a 25°C, con vientos fuertes superiores a los 30 km/hora. Los mayores problemas se encuentran en aquellas zonas que presentan un importante uso turístico, asociados a camping por fogones mal apagados o realizados en lugares no habilitados, siendo esta la principal causa manifestada por los pobladores del lugar de los focos ocurridos en las últimas temporadas realizando ellos mismos las tareas de supresión.

Una zona que presenta peligro es aquella que se encuentra alejada del Lago Lacar, ya que no hay fuente de agua disponible alrededor, complejizando el abastecimiento para las tareas de supresión encontrándose también en una zona boscosa de mayor densidad.

En cuanto a las viviendas, el riesgo de incendio estuvo definido por el tipo de material del techo y de las paredes, en este caso techos de chapa de cartón y paredes con maderas no tratadas. También por los medios de protección de las viviendas, ya que en algunos casos no hay herramientas ni tampoco agua.

Con respecto a la seguridad ante un incendio, la mayoría de los pobladores saben cómo actuar ante un incendio, pero necesitan reducir el riesgo aún más. Tienen conocimiento sobre los números telefónicos de Bomberos Voluntarios en caso de alguna emergencia, pero falta más información sobre las frecuencias de VHF y números telefónicos del Sistema de emergencia ICE-PNL.

Del análisis de los resultados se puede concluir que la metodología aplicada para evaluar el riesgo de incendio de interfase de una comunidad desarrollada por el Plan Nacional de Manejo del Fuego es sencilla de aplicar, de interpretar, dando resultados coincidentes con la realidad.

De acuerdo al historial de incendio ofrecida por el Parque Nacional Lanín, en total hay registros de 13 incendios en el Paraje Trompul teniendo como causa principal las actividades humanas, y agregando los resultados obtenidos ponen en manifiesto la necesidad de reforzar el Sistema de Protección y Prevención de los Incendios Forestales en el área rural.

Hay que considerar la necesidad de desarrollar actuaciones preventivas, reforzando la infraestructura hídrica en la comunidad, manteniendo y mejorando la infraestructura de caminos existente para facilitar su utilización por los medios de extinción, y previniendo la iniciación del incendio a través de medidas de concienciación ciudadana.

### **Agradecimientos**

Licenciada María del Carmen Dentoni. Coordinadora Desarrollo Técnico. Servicio Nacional de Manejo del Fuego. Técnico Forestal Juan Carlos Espinos. Agencia de Producción Local. Pcia de Neuquén. Veterinaria Virginia Ceballos. Secretaria de Agricultura Familiar. Ministerio de Agroindustria de Nación. Técnico Agrónomo Jonatán Uribe. Secretaría de Agricultura Familiar. Ministerio de Agroindustria de Nación. Estudiante Técnico Forestal Reinaldo Gerónimo. Técnica Forestal María Eugenia Cena. Ingeniera Forestal Cecilia Montes. Docente del Asentamiento Universitario S. M de los Andes. Universidad Nacional del Comahue. Ingeniero Forestal Renato Sbrancia. Docente del Asentamiento Universitario S. M de los Andes. Universidad Nacional del Comahue. Técnico Forestal Gabriel Stecher. Docente del Asentamiento Universitario S. M de los Andes. Universidad Nacional del Comahue. Licenciado en Economía Agropecuaria Santiago Urribarri. Municipalidad de San Martín de los Andes. Guardaparque Alberto Seufferheld. Parque Nacional Lanín. Incendio, Comunicación y Emergencia (ICE). Parque Nacional Lanín. Pobladores de la Comunidad Mapuche Curruhuinca. Paraje Trompul.

### **Bibliografía Consultada**

Handmer, J. Fisher, S., Ganewatta, G. Haywood, A. Robson, D. Thornton, R. Wright, L. 2008. "The cost of fire now and in 2020". Voluntary work. Australia. Australian Bureau of Statistics, Canberra. Catalogue nº4441.0.

Heusser, C.J. 1983. Quaternary pollen record from Laguna de Tagua Tagua. Chile. Science 219: 1429-1432.

Plan Nacional de Manejo del Fuego. 2002. "Guía para la prevención de Incendios de Interfase en la República Argentina". Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental.

Radeloff, V. Hammer, R. Voss, P. Hagen, A. Field, D. Mladenoff, D. 2001. "Human demographic trends and landscape level forest management in the Northwest Wisconsin Pine Barrens". Forest Science 47 (2), 229-241.

Veblen TT, Kitzberger T, Raffaele E, Mermoz M, González ME., Sibold JS, Holz A (2008) The historical range of variability of fires in the Andean-Patagonian *Nothofagus* forest region. International Journal of Willand Fire 17, 724-741.

## Incendios de interfase natural-urbana en la Patagonia Andina Central

Ghermandi, L.<sup>1</sup>, M. Bari<sup>2</sup>, V. Curuhual<sup>2</sup>, D. Dinamarca<sup>2</sup>, G. E. Defossé<sup>3</sup>, A. Díaz<sup>5</sup>, T. Kitzberger<sup>1</sup>, P. Montenegro<sup>6</sup>, M. Müller<sup>2</sup>, N. F. Rodríguez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INIBIOMA (CONICET-Universidad Nacional del Comahue)

<sup>2</sup> Administración de Parques Nacionales (ICE- CLIF-APN)

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

<sup>4</sup> Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF)

<sup>5</sup> Protección Civil, Municipalidad de San Carlos de Bariloche

<sup>6</sup> Servicio Provincial de Lucha contra Incendios Forestales (SPLIF), Prov. Río Negro.

Autor de correspondencia: [lghermandi@yahoo.it](mailto:lghermandi@yahoo.it)

En junio 2016 se realizó en Bariloche un debate interinstitucional sobre prevención de los incendios de interfase urbano-rural, organizado por la Dra. Luciana Ghermandi, del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA). En él participaron representantes de la Administración de Parques Nacionales (APN, y sus áreas internas CLIF e ICE), del Servicio Provincial de Lucha contra Incendios Forestales de Río Negro (SPLIF), del Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF), de Protección Civil del Municipio de Bariloche y del Centro de Investigación Forestal Andino-Patagónico (CIEFAP). Luego de dos rondas en las cuales los integrantes de la mesa interinstitucional expusieron sobre los incendios de interfase y sobre qué debería hacerse para reducir el riesgo de incendios en esas áreas, se dio lugar a una sesión de preguntas por parte del público. Una de las principales conclusiones del debate fue que falta conciencia del riesgo de incendios que pueden afectar bienes y vidas humanas, tanto en las urbanizaciones de Bariloche como de todas las ciudades y pueblos de la cordillera Andina Central. A partir de este debate se continuó con reuniones mensuales entre representantes de la mesa institucional que participaron del primer debate, con el objetivo de llevar a cabo acciones comunes que puedan ser útiles para concientizar a la población y la prevenir los efectos negativos de este tipo de incendios. El primer objetivo de esta "Mesa Permanente de Incendios de Interfase" ha sido la de efectuar una puesta en común de todas las acciones que se han llevado a cabo hasta el presente, junto a un diagnóstico de las dificultades encontradas, con la intención de trabajar juntos los aspectos conflictivos y poder redactar un documento que presentaremos en esta reunión. El segundo objetivo será el de trabajar en la elaboración de un programa de concientización y prevención en la próxima campaña 2016-2017, para lograr que el mensaje a transmitir sea claro, unívoco y abarcativo tanto para las poblaciones locales como para los turistas que visitan la región.

**Palabras clave:** incendios de interfase, vulnerabilidad, gobernanza.

## Evaluación del Peligro de Incendios de Interfase en viviendas rurales del Paraje Trompul dentro del Parque Nacional Lanín

Tula, E. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Asentamiento Universitario San Martín de los Andes. Universidad Nacional del Comahue*

*Autor de correspondencia: [emanueltula89@gmail.com](mailto:emanueltula89@gmail.com)*

Los Bosques andinos patagónicos han sufrido en estos últimos años incendios forestales de gran magnitud, comprometiendo las áreas y sectores poblados en el ámbito rural y en la interfaz urbano-forestal, generando desastres de una cuantía difícil de imaginar. El aumento de las temperaturas, la intensas sequías, la predisposición de los combustibles, el aumento demográfico transitorio por actividades turísticas y las condiciones atmosféricas (tormentas eléctricas) generan comportamientos extremos haciendo incrementar el peligro. Los sistemas de respuesta a estas problemáticas han evolucionado positivamente en estos últimos años, esto se ve en el momento del trabajo por la cantidad de recursos que se movilizan. No tuvo la misma evolución uno de los pilares fundamentales para cualquier tipo de contingencia, la prevención. Es por ello que se llevo a cabo el siguiente trabajo siendo un componente dentro de un Plan de Prevención. Dicho trabajo se llevo a cabo en el Paraje Trompul, territorio de la Comunidad Mapuche Curruhuinca bajo la jurisdicción del Parque Nacional Lanín, correspondiendo a asentamientos rurales dispersos en terrenos forestales. Consistiendo en relevar el peligro de incendio de interfase en viviendas rurales a nivel predial, como así también el riesgo de incendio de viviendas y la seguridad de los pobladores. Mediante la implementación de la "Guía para la prevención de incendios de Interfase" creada por el Plan Nacional de Manejo del Fuego. Se busca disminuir el peligro mediante la concientización informando sobre la silvicultura preventiva, el tratamiento para los combustibles y las recomendaciones para prevenir un incendio de estructura. Se pretende que el público, las entidades de respuesta ante emergencias y los gobiernos locales estén más conscientes de los riesgos de incendios en zonas rurales para que preparen y planeen las medidas para mitigar los efectos que dichos incendios conllevan. Los resultados obtenidos reflejan un riesgo de incendio de alto a muy alto, demostrando la necesidad de trabajar e investigar sobre esta temática.

**Palabras clave:** prevención, peligro, área rural.

## Wildfire transmission networks and their application for improving risk governance in the wildland urban interface

Alan Ager<sup>1</sup>

<sup>1</sup> USDA Forest Service Rocky Mountain Research Station Pendleton, Oregon, USA

Autor de correspondencia: [aager@fs.fed.us](mailto:aager@fs.fed.us)

Wildfires in the western US frequently burn over long distances (e.g., 20–50 km) through highly fragmented landscapes with respect to land tenure, fuels, management intensity, population density, and ecological conditions. The collective arrangement of fuel loadings in concert with weather and suppression efforts ultimately determines containment and the resulting fire perimeter and impact to communities. The interdependence of among land tenures on the risk posed to communities by these large fires is now recognized in newer US “all lands” wildfire policy, where management initiatives increasingly emphasize collaborative, cross-boundary solutions to fire management (USDA-USDI, 2013). However, mapping the scale of risk, quantifying risk transmission and measuring the connectivity and interdependence across land tenure systems is largely unexplored. We used simulation modeling to assess wildfire transmission among 12 distinct land-tenures and 57 communities within the 3.3 million ha fire prone region of central Oregon US. Network concepts were used to quantify and visualize the contributions of different land-tenures and the relative effect of human versus natural ignitions on both wildfire transmission and community exposure. The number of land-tenures contributing wildfire to the urban interface around the communities sampled varied from 3 to 20. The amount of wildfire transmitted varied substantially among the communities. For the large land classes, the amount of incoming versus outgoing fire among the landowners was relatively constant with some exceptions. The results provided a multi-scale characterization of wildfire networks within a large, fire prone landscape, and highlighted the unique risk management problem among different communities and land-tenures. Our methods have application to inform local and regional risk governance and planning processes to factor wildfire connectivity into risk assessments. The work specifically addresses the scale mismatch in US community wildfire protection planning and the scale of large wildfire events. More broadly, network connections illustrate specific conflicts and opportunities to achieve US federal wildland fire policy aimed at creating fire adapted communities, fire resilient landscapes, and wildfire response.

**Palabras clave:** wildfire risk transmission, network analysis, risk governance.

## Fuerzas motrices de los incendios en Bosques Pedemontanos de Jujuy: causas antropogénicas y posibles consecuencias para su restauración ecológica

Adriana M. Morales<sup>1</sup>, C. G. Vivanco<sup>1</sup>, GE Defossé<sup>2</sup>, F. Seijo<sup>3</sup>, N Politi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INECONA (Instituto de Ecorregiones Andinas, CONICET - Universidad Nacional de Jujuy)

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP-CONICET) y Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

<sup>3</sup> Middlebury C.V. Starr School in Spain, Madrid, España

Autor de correspondencia: [amariselmorales@hotmail.com](mailto:amariselmorales@hotmail.com)

Los Bosques Pedemontanos del Noroeste Argentino forman parte de los Bosques Secos Estacionales de Sudamérica y tienen una importancia ecológica especial, ya que contienen un banco regional de especies de distribución restringida en el neotrópico, algunas de ellas de alto valor taxonómico, tanto en exclusividad como en abundancia y rareza. Aunque los incendios forestales de origen antrópico constituyen uno de los principales disturbios que podrían haber afectado el régimen natural de fuegos y por ende la dinámica natural de estos bosques, no existen estudios sobre el régimen histórico de los incendios forestales en la región ni sobre su impacto ecológico a mediano y largo plazo. Para una mejor comprensión y toma de decisiones para el manejo sustentable de estos sistemas, es necesaria la inclusión y la posible validación científica del conocimiento ecológico tradicional en conjunción con conocimientos científicos adicionales. El presente trabajo es un proyecto piloto que se ejecutará bajo el marco teórico del Conocimiento Ecológico Tradicional (TEK), con el fin de conocer las causas principales por las cuales se generan los incendios en Bosques Pedemontanos de la provincia de Jujuy, las consecuencias de éstos en su dinámica natural, y las posibilidades para su restauración ecológica. Este trabajo se realizará mediante encuestas y análisis de percepciones de una de las poblaciones más afectadas: la ciudad de Libertador General San Martín, Departamento Ledesma, Provincia de Jujuy. En este contexto, teniendo en cuenta el alto valor de los bosques y el aumento en la intensidad y frecuencia de incendios forestales, los resultados podrían aportar información valiosa para el desarrollo de lineamientos de manejo de fuego que tengan en cuenta la preservación de la diversidad en estos ecosistemas únicos.

**Palabras claves:** incendios forestales, TEK, yungas.

## Relación entre el avance de la población y los incendios forestales en la ciudad de San Carlos de Bariloche

Castro Jara N<sup>1</sup> Tacchini G<sup>1</sup>

*1 Servicio de Prevención y Lucha contra Incendios Forestales (SPLIF) Central Operativa Bariloche*

**Autor de correspondencia:** [naticastro\\_ftal@hotmail.com](mailto:naticastro_ftal@hotmail.com)

La configuración del paisaje es el resultado de interacciones de procesos naturales y la actividad humana a través de los años. Estos disturbios producen patrones complejos en la vegetación, sin embargo la frecuencia y el accionar del fuego generan deforestación, degradación del suelo, y el consecuente avance de los asentamientos humanos. En San Carlos de Bariloche esta interacción ha generado cambios en el paisaje, expandiendo los límites de la ciudad a sectores poco aptos para vivir, como laderas de montañas y riberas de ríos. Desde el año 1996 se tienen registros de las intervenciones de SPLIF Bariloche, las que han aumentado en cantidad y superficie en la temporada 2001/2002, momento en el que se inicia un incremento en la población y la instalación de los mismos en zonas donde predominaban matorral y pastizal. El inicio de campañas de prevención y recorridas preventivas, produjeron una disminución de los incendios, donde también influyen las condiciones climáticas durante la temporada alta de incendios. Mediante la utilización de imágenes satelitales y la estadística existente, se puede ver el avance de la población y su incidencia negativa en la vegetación existente, principalmente en las zonas cercanas a la ribera del río Ñireco, barrios Nahuel Hue, Vivero, San Francisco IV, San Cayetanito y Las Victorias.

**Palabras clave:** interfase, pérdida de vegetación, intencionalidad.