

Volumen 17 N° 2  
Agosto 2011

ISSN 0718 - 4530 Versión impresa  
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

# CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL



INSTITUTO FORESTAL  
CHILE





---

ISSN 0718 - 4530 Versión impresa  
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

***VOLUMEN 17 N° 2***

**CIENCIA E  
INVESTIGACIÓN  
FORESTAL**

***AGOSTO 2011***

RELACIONES INTERNACIONALES Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA INFOR

**INSTITUTO FORESTAL  
CHILE**



---

**CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL** es una revista científica, arbitrada, periódica y seriada del Instituto Forestal, Chile, que es publicada en abril, agosto y diciembre de cada año.

<b>Director</b>	Hans Grosse Werner	INFOR	Chile
<b>Editor</b>	Santiago Barros Asenjo	INFOR – IUFRO	Chile
<b>Consejo Editor</b>	Santiago Barros Asenjo Braulio Gutiérrez Caro Jorge Cabrera Perramón	INFOR – IUFRO INFOR Concepción INFOR Valdivia	Chile Chile Chile
<b>Comité Editor</b>	José Bava Leonardo Gallo Mónica Gabay Heinrich Schmutzhenhofer Marcos Drumond Sebastiao Machado Antonio Vita Juan Gastó Miguel Espinosa Sergio Donoso Vicente Pérez Camilo Aldana Glenn Galloway José Joaquín Campos Ynocente Betancourt Carla Cárdenas Alejandro López de Roma Isabel Cañelas Gerardo Mery Markku Kanninen José Antonio Prado Concepción Lujan Oscar Aguirre Margarida Tomé Zohra Bennadji Florencia Montagnini John Parrotta Osvaldo Encinas	CIEFAP INTA SAyDS IUFRO EMBRAPA UFPR UCH UC UDEC UCH USACH CONIF CATIE CATIE UPR MINAMBIENTE – IUFRO INIA INIA - IUFRO METLA - IUFRO CIFOR FAO UACH UANL UTL - IUFRO INIA - IUFRO U Yale - IUFRO USDAFS - IUFRO ULA	Argentina Argentina Argentina Austria Brasil Brasil Chile Chile Chile Chile Chile Chile Colombia Costa Rica Costa Rica Cuba Ecuador España España Finlandia Indonesia Italia México México Portugal Uruguay USA USA Venezuela

**Dirección** Instituto Forestal  
 Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile  
 Fono 56 2 3667115 Fax 56 2 2747264  
 Correo electrónico [sbarros@infor.gob.cl](mailto:sbarros@infor.gob.cl)

---

Valor suscripción anual (tres números y eventualmente uno extraordinario): ch \$ 15.000 y 10.000 para estudiantes. Para el extranjero US \$ 30, más costo envío. Valor números individuales ch \$ 5.000 y US \$ 10.

La Revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas. Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile.

---



---

# PRODUCTIVIDAD ANIMAL, EN UN SISTEMA SILVOPASTORAL CON LA ESPECIE *Pinus contorta* DOUG. EX. LOUD., EN RELACION A UN MANEJO GANADERO SIN ÁRBOLES, EN LA REGIÓN DE AYSÉN, CHILE.

Sotomayor Alvaro<sup>1</sup>, Teuber Osvaldo<sup>2</sup>, Moya Ivan<sup>1</sup>, Patricio Almonacid<sup>2</sup>

## RESUMEN

Durante cuatro temporadas, entre los años 2004 a 2008, se estudió el comportamiento de la productividad animal, con bovinos, bajo dos esquemas de manejo silvopastoral; con distribución homogénea de los árboles y con fajas alternadas, en relación a un sistema ganadero sin árboles, en la región de Aysén, Chile.

Los resultados obtenidos, indican que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en relación a la producción animal, durante las cuatro temporadas evaluadas, aunque con una leve superioridad en la productividad total a favor del tratamiento silvopastoral en fajas alternadas.

Los resultados de productividad animal registrados en los sistemas silvopastorales, indican que el rendimiento en peso vivo por unidad de superficie no se vio afectado por la presencia de los árboles, sino que ha mostrado una leve superioridad sobre el sistema ganadero sin árboles. Estos resultados permiten indicar la potencialidad de adopción de estos sistemas integrados de producción por parte de los ganaderos de la región de Aysén, ya que con la presencia del componente forestal se asegura, en estos sistemas silvopastorales, un segundo ingreso con la madera, aparte del tradicional ingreso ganadero.

**Palabras clave:** Sistemas agroforestales, *Pinus contorta*

---

1 Instituto Forestal (INFOR), asotomay@infor.cl

2 Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

## SUMMARY

For four seasons of production, from 2004 to 2008, it was studied the behavior of animal productivity, with cattle under two schemes of silvopastoral management, with homogeneous distribution of trees and alternated stripes in relation with a livestock system without trees in the Region of Aysén, Chile.

The results indicate no significant differences between treatments in animal production, evaluated during the four seasons, although with a slight superiority in overall productivity for silvopastoral treatment in alternating strips.

Animal productivity registered in silvopastoral systems, indicate that performance in live weight per unit areas was not affected by the presence of trees, but showed a slight superiority over the livestock system without trees. These results indicate the potential adoption of such integrated systems of production by farmers in the Aysén Region, since the presence of the forestry component ensures, in such silvopastoral systems, a second income with wood, apart the traditional farmer income.

**Key words:** Agroforestry, *Pinus contorta*



## INTRODUCCIÓN

El principal uso de los suelos agrícolas de la región de Aysén son las praderas naturales, destinadas al uso ganadero extensivo, con un 88,7% de la superficie agrícola utilizada, de las cuales el 56,5% pertenece a los grandes propietarios (INE, 1997). El otro gran uso es el forestal, con una superficie de bosque nativo de 4,8 millones de hectáreas, y de 43 mil hectáreas de plantaciones (INFOR, 2008).

La baja superficie de forestación se debe a la poca aceptación de los ganaderos por actividades de forestación tradicional, ya que usualmente éstos perciben una competencia de ésta con sus usos productivos agrícolas tradicionales.

Esta visión de los productores ganaderos, es similar a lo que ocurre en otras regiones del mundo (Arnold, 1983). El cambio de percepción de los productores ganaderos de ésta región, frente a la reintroducción de árboles en su sistema productivo, en una forma complementaria a la ganadería, es un desafío para políticas de fomento, dado lo arraigado del sistema cultural y productivo de los agricultores (Arnold, 1983; Longhurst, 1983; Sotomayor, 1989).

En relación al componente animal, el principal tipo de animal doméstico en la región corresponde a ganado ovino, con 18.124 unidades, y bovinos con 12.447 cabezas, al año 2005 (INE, 2005). La evolución que ha tenido el sector ganadero presenta una tendencia decreciente del ganado ovino y creciente del bovino.

Una práctica que se ha estado estudiando en los últimos años por INFOR e INIA, instituciones pertenecientes al Ministerio de Agricultura de Chile, es el uso de sistemas agroforestales, principalmente sistemas silvopastorales y cortinas cortavientos, para así reintroducir el árbol en una forma amigable con los sistemas productivos ganaderos y con la cultura productiva de los productores de Aysén (Teuber y Ganderatz, 2009).

Los sistemas silvopastorales son una forma de aplicación de los sistemas agroforestales y se define como aquella práctica agroforestal que combina árboles, con forraje y producción de ganado en un mismo sitio, en forma deliberada, con el objetivo de producir alimento para los animales, productos derivados del ganado, y productos forestales como madera y pulpa, y otros como leña, carbón, miel, frutos y hongos (Sotomayor, 1990).

En este tipo de sistemas integrados de producción, los árboles pueden producir madera aserrable, postes, leña, forraje para el ganado y frutas, a la vez que ayudan a mejorar la producción de pasto y ganado, reduciendo la influencia de los vientos y otorgando sombra (Sotomayor, 1990; Murgeitio, 2009). El ganado provee un ingreso anual, controla el desarrollo de las malezas y reduce la competencia entre forraje y árboles (Murgeitio, 2009; Sotomayor, 2009).

Las especies arbóreas y forrajeras, así como el tipo de ganado a emplear bajo este sistema, dependerán entre otros factores de los objetivos productivos del propietario, de la zona geográfica, y de la condición y aptitud del sitio.

En Chile se pueden encontrar sistemas que integran desde tamarugo (*Prosopis tamarugo*) y *Atriplex* spp. con ovinos y caprinos en zonas áridas y semiáridas, hasta álamos, pino radiata y eucaliptos con vacunos y ovinos en la zona central (FAO, 1984; Sotomayor, 2009); en zonas frías de la Patagonia chilena se utilizan coníferas como pino ponderosa y pino contorta, principalmente con bovinos y ovinos (Sotomayor, 2009; Teuber, 2009).

Algunos de los beneficios que se han identificado de la aplicación de los sistemas silvopastorales en predios ganaderos y/o forestales tradicionales son el aprovechar la protección que puede ofrecer el árbol, tanto a los animales como a la pradera, frente a condiciones climáticas adversas (Sotomayor, 1989), generar flujos de caja anuales y mejorar la liquidez de los agricultores o de la empresa forestal tradicional (Murgeitio, 2009; Sotomayor, 2009), y protección y mejoramiento de los suelos (Nair, 1987; Murgeitio 2009), entre otros.

La incorporación de árboles en sectores destinado al uso exclusivo de pastoreo, conforma un sistema sustentable con variados beneficios ambientales, los cuales dicen relación con la protección invernal de los animales, en particular del efecto del viento que origina un descenso de la temperatura, el mejoramiento de la capacidad de retención de humedad del suelo (Mead, 2009), el bombeo de nutrientes desde la parte más profunda del perfil a la porción más superficial (Nair, 1987), y con el aumento del contenido de materia orgánica del suelo (Murgeitio, 2009; Sotomayor *et al.*, 2009).

Sin embargo, el manejo del sistema silvopastoral es más complejo que un sistema productivo monoespecífico, pues en él se produce la interacción entre los componentes herbáceos, arbóreos (y/o arbustivos) y animal (Garret and Buck, 1997; Garret *et al.*, 2004; Mead, 2009; Sotomayor *et al.*, 2009). En este sentido, los manejos asociados deben estar orientados a minimizar la competencia entre las estratas arbóreas y herbáceas, así como el daño potencial que puede provocar la presencia de animales en las plantaciones forestales (Lewis, 1973).

Se puede concluir entonces, que los beneficios de las prácticas silvopastorales, en especial en zonas con mayores limitaciones de suelo y/o clima, dicen relación con una mayor estabilidad económica y ambiental, relacionada con un mayor aumento de la productividad general del predio (Reid y Wilson, 1986).

Sin embargo, el logro de estos objetivos va a depender de la aplicación de manejos que favorezcan los beneficios de la interacción entre árbol, pradera y ganado, y minimice la competencia (Sotomayor, 1990).

El objetivo de este estudio es evaluar la productividad animal en sistemas silvopastorales, en relación a un sistema ganadero sin árboles, y demostrar la compatibilidad del uso forestal-ganadero, generar antecedentes productivos, y así ayudar a entender los principios que gobiernan el funcionamiento de los sistemas silvopastorales en la región de Aysén.

## OBJETIVO

Comparar la productividad animal con bovinos, bajo la influencia de un manejo silvopastoral con la especie *Pinus contorta*, en relación a una situación de manejo ganadero sin árboles

## MATERIAL Y METODO

Los tratamientos instalados, su diseño y superficie, bajo los esquemas de manejo indicados, se describen en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1**  
**SUPERFICIE Y PARCELAS POR TRATAMIENTO PARA EVALUACIÓN DE PRODUCTIVIDAD ANIMAL**

Tratamiento	Nombre y descripción de tratamientos	Superficie Tratamientos (ha)		Unidades muestrales animales.
		Total	Efectiva*	
T2	Sistema silvopastoral tradicional con pradera natural fertilizada.	5,3	3,94	Introducción de un número determinado de animales vacunos por cada temporada de engorda (diciembre-abril), de acuerdo a capacidad de carga, determinado por la condición de la pradera.
T3	Sistema silvopastoral en fajas alternas con pradera natural fertilizada.	5,5	4,19	
T4	Sistema ganadero tradicional con pradera natural fertilizada, sin árboles.	4,3	4,30	

\* Superficie efectiva de pradera, descontando área cubierta con desechos de poda y raleo.

## Parámetros de Producción Animal Evaluados y Manejo Animal

Calculo de la capacidad de carga:

Al inicio de la temporada de crecimiento de los pastos, se midió la producción de materia seca por hectárea para establecer la capacidad de carga animal por tratamiento.

Manejo animal y vigilancia:

Los animales se separaron cada temporada en tres piños, o rebaños uniformes, en peso y condición, para evitar variaciones significativas entre ellos que pudieran alterar los resultados del estudio. Dado que no había agua natural en los tratamientos, se construyeron bebederos y el agua se trasladó por mangueras y gravedad desde cursos de agua cercanos a cada tratamiento.

Se visitó cada semana los ensayos para revisar el estado de los animales y existió un ganadero-arriero que vigiló los tratamientos para evitar pérdidas, rotura de cercos, y

condición de los bebederos. Los tratamientos fueron delimitados con cerco eléctrico, alimentado por panel solar y batería de almacenamiento.

**Ganancia en peso vivo (Peso Vivo):** Para la medición de la producción dentro de los tratamientos T2, T3 y T4, se utilizaron animales vacunos criollos (diferentes cruza de razas híbridas, en base principalmente a las razas hereford, angus, overo colorado y holstein, adaptados a la zona). Se empleó un sistema de engorda animal de cabezas ingresadas en primavera-verano (diciembre-enero) y retiradas en otoño (abril-mayo), según la condición de la pradera.

Se usaron vacunos de 300-350 kg para engorda en el periodo. Estos vacunos se pesaron a la entrada en los tratamientos, y luego cada 30 días, y al final de la temporada. Se utilizó una báscula fija del propietario del predio.

**Mediciones:** Las mediciones fueron tomadas durante cuatro temporadas: 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008. La temporada se calcula entre octubre a abril-mayo de cada año, es decir finales de primavera hasta principios de otoño, que es el periodo de desarrollo de la pradera en esta región de Chile.

Cada animal fue identificado con un crotal (plástico numerado) ubicado en la oreja, y pintado en el lomo con diferente color, como resguardo por si el crotal se perdiera, especialmente por el tránsito entre los árboles en los sistemas silvopastorales bajo los árboles.

## **Diseño Experimental**

El diseño experimental para la evaluación de la productividad animal, consistió en la utilización de un número variable de animales por temporada de evaluación, lo cual dependió de la productividad de la pradera, al inicio de cada año. Se utilizó el mismo número de animales por tratamiento, y en este caso cada animal constituye una unidad muestral. Se utilizaron animales bovinos, y el número de animales por temporada, y las características de peso inicial, se exponen en los Cuadros N° 2 a N° 5.

## **Análisis Estadístico**

Para realizar los análisis estadísticos, se utilizó un análisis de varianza tradicional, dado que se cumplen los criterios básicos de este tipo de análisis estadístico, dados por:

Datos deben presentar una distribución normal.  
Independencia de los datos.  
Heterogeneidad de varianza.

Para el análisis de la variable producción animal (kg peso vivo \* ha<sup>-1</sup>) se realizó un análisis de mediciones anuales, con diferentes animales cada año, de acuerdo a la capacidad de carga de la pradera. Estas mediciones son independientes unas de otras, lo que origina cumplimiento de la independencia de datos (las mediciones del año 2 no

dependen de las mediciones del año 1 y así sucesivamente), dado lo cual se usa un análisis tradicional.

Para ello se consideraron, para cada animal y parámetro, mediciones independientes en el tiempo (cada animal es diferente al del año anterior). Este análisis permite identificar tanto el efecto medio del tratamiento, el efecto del tiempo, y la interacción tiempo por tratamiento, que corresponden a las tres hipótesis evaluadas, y que por lo tanto generan tres valores p. El modelo de análisis corresponde al expuesto en fórmula 1.

$$Y = \mu + T + t + (T * t) + P + E$$

Fórmula 1. Modelo de análisis estadístico

## RESULTADOS

En la evaluación de la producción animal, se obtuvo los siguientes resultados según tratamiento y temporada de producción:

### Producción Animal por Temporada

#### -Temporada 2004-2005

Durante la temporada 2004-2005 se utilizaron tres lotes de 8 animales vacunos de 380 kg promedio. La entrada de estos al sistema de pastoreo a los tratamientos durante la primera temporada se hizo tardíamente en el mes de marzo del año 2005. La decisión de ingreso de los animales en marzo se debió a la necesidad de esperar el desarrollo y recuperación de la pradera el tiempo suficiente después de la apertura del bosque (primer semestre 2004), y el efecto de la fertilización.

Estos animales se mantuvieron hasta finales de abril del 2005, con 60 días de pastoreo, observándose una mayor producción por unidad de superficie efectiva de pradera en el sistema silvopastoral tradicional por sobre el ganadero y fajas (Cuadro N° 2). Interesante fue la respuesta de los sistemas silvopastorales en esta primera temporada de evaluación, luego de la abertura del dosel realizada durante el verano-otoño 2004, mostrando que en la primera temporada de producción los sistemas forestales fueron mejores que el sistema ganadero.

**Cuadro N° 2**  
**PRODUCTIVIDAD ANIMAL TEMPORADA 2004-2005 POR TRATAMIENTO**

Tratamiento	Superficie Pradera (ha)	Animales (N°)	Promedio por Animal (kg)			Producción Total (kg)	Producción Superficie (kg * ha-1)
			Peso Inicial	Peso Final	Ganancia		
T2. Sil. Tradicional	3,94	8	376,9	433,6	56,8	454,0	113,8
T3. Sil. Fajas	4,19	8	380,0	439,6	59,6	477,0	109,4
T4. Ganadero	4,30	8	378,8	430,3	51,5	412,0	95,8

**-Temporada 2005-2006**

En ésta temporada se utilizaron 8 animales vacunos, con un peso promedio de 305 kg al inicio de la temporada, e ingresados en diciembre 2005. Los animales del sistema silvopastoral en fajas en esta temporada acumularon ganancias de peso superiores a los otros tratamientos, con una ganancia total de 138,4 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo, y con ganancia por unidad de superficie de 255,7 kg \* ha<sup>1</sup> (Cuadro N° 3)

**Cuadro N° 3**  
**PRODUCTIVIDAD ANIMAL TEMPORADA 2005-2006 POR TRATAMIENTO**

Tratamiento	Superficie Pradera (ha)	Animales (N°)	Promedio por Animal (kg)			Producción Total (kg)	Producción Superficie (kg * ha-1)
			Peso Inicial	Peso Final	Ganancia		
T2. Sil. Tradicional	3,94	8	305,6	424,6	119,0	952	238,6
T3. Sil. Fajas	4,19	8	305,4	443,8	138,4	1107	255,7
T4. Ganadero	4,30	8	305,9	428,4	122,5	980	227,9

**-Temporada 2006-2007**

En ésta temporada se aumentó la carga animal a 12 animales vacunos, dada la buena respuesta de la pradera en la temporada anterior y al inicio de la temporada. Se utilizaron animales con un peso promedio inicial de 301 kg. Los animales mantenidos en el sistema ganadero puro, durante esta temporada, lograron acumular mayor peso sobre los sistemas silvopastorales. Se logró 124,8 kg en ganancia por animal en sistema ganadero, pasando desde 301,3 de promedio a 426,1 kg/cabeza de promedio al 2 de mayo 2007, y con 348,4 kg por unidad de superficie, para todo el período de pastoreo (Cuadro N° 4).

**Cuadro N° 4**  
**PRODUCTIVIDAD ANIMAL TEMPORADA 2006-2007 POR TRATAMIENTO**

Tratamiento	Superficie Pradera (ha)	Animales (N°)	Promedio por Animal (kg)			Producción Total (kg)	Producción Superficie (kg * ha-1)
			Peso Inicial	Peso Final	Ganancia		
T2. Sil. Tradicional	3,94	12	301,3	402,9	101,7	1220	305,8
T3. Sil. Fajas	4,19	12	300,8	415,5	114,7	1376	317,8
T4. Ganadero	4,30	12	301,3	426,1	124,8	1498	348,4

**-Temporada 2007-2008**

En esta última temporada de medición, se ingresaron 9 animales por tratamiento en el mes de enero 2008, dado que esta temporada ocurrió una sequía que afectó la productividad de las praderas en la región de Aysén. Por lo anterior se estimó conveniente atrasar la entrada de los animales para asegurar que tuvieran la suficiente biomasa praterense antes de su ingreso. Los animales del sistema silvopastoral en fajas fueron los que acumularon mayores ganancias en la temporada, ya que pasaron de 313,1 kg/cabeza en promedio a 396,0 kg/cabeza, lo que representó una ganancia total de 82,9 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. La productividad por superficie fue mayor también en el silvopastoral en fajas, con 172,3 kg \* ha<sup>-1</sup>, y la menor producción fue el sistema ganadero con 144,4 kg \* ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro N° 5**  
**PRODUCTIVIDAD ANIMAL TEMPORADA 2007-2008 POR TRATAMIENTO**

Tratamiento	Superficie Pradera (ha)	Animales (N°)	Promedio por Animal (kg)			Producción Total (kg)	Producción Superficie (kg * ha-1)
			Peso Inicial	Peso Final	Ganancia		
T2.Sil. Tradicional	3,94	9	313,2	383,7	70,4	634	158,9
T3.Sil. Fajas	4,19	9	313,1	396,0	82,9	746	172,3
T4.Ganadero	4,30	9	313,2	382,2	69,0	621	144,4

**Evaluación de la Producción Animal por Unidad de Superficie**

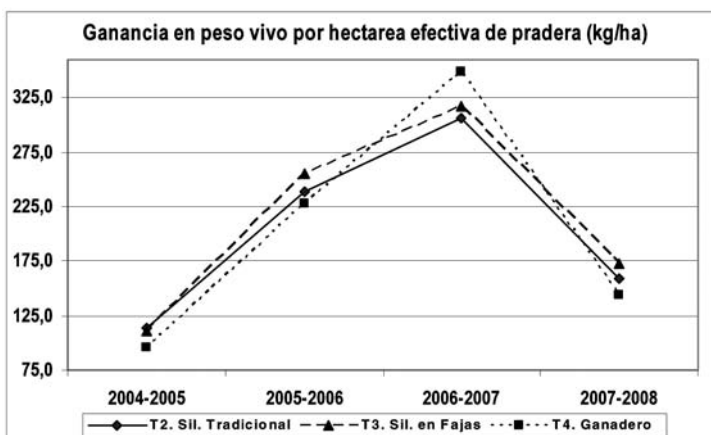
La productividad de carne en peso vivo por unidad de superficie es la mejor expresión de la producción ganadera de un sitio, dado que refleja por un lado la producción de biomasa herbácea disponible para los animales, el estado de los animales, y la condición ambiental del sector de producción.

Como se observa en el Cuadro N° 6, durante los cuatro años de evaluación no se muestran grandes diferencias entre los tratamientos, con una producción similar entre éstos, y con una leve superioridad final del tratamiento en fajas.

Durante el periodo de evaluación 2004 a 2008, el sistema en fajas fue el que obtuvo una mayor producción acumulada con 855,9 kg \* ha<sup>-1</sup> en comparación con 817,0 y 816,5 para silvopastoral tradicional y ganadero, respectivamente (Figura N°1).

**Cuadro N° 6**  
**PRODUCTIVIDAD ANIMAL POR HECTÁREA EFECTIVA DE PRADERA POR TRATAMIENTO TEMPORADAS 2004-2005 A 2007-2008, PREDIO SAN GABRIEL, COYHAIQUE**

Tratamiento	Ganancia en carne por superficie efectiva de pradera y por temporada (kg * ha <sup>-1</sup> )				Producción Total 2004 a 2008 (kg * ha <sup>-1</sup> )
	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
T2. Sil. Tradicional	113,8	238,6	305,8	158,9	817,0
T3. Sil. Fajas	110,2	255,7	317,8	172,3	855,9
T4. Ganadero	95,8	227,9	348,4	144,4	816,5



**Figura N° 1**  
**EVOLUCIÓN GANANCIA EN PESO VIVO ANIMAL POR SUPERFICIE EFECTIVA DE PRADERA TEMPORADA 2004 A 2008**

### Análisis Estadístico

De acuerdo a los resultados expuestos en el Cuadro N° 7, se observa que el efecto tiempo es significativo para la variable peso vivo y no existen diferencias significativas en el tiempo para los efectos tratamiento y tratamiento \* tiempo. Usando el test de Scott & Knott, a un  $\alpha \leq 0,05$ , se obtuvo que existen diferencias significativas para el efecto temporada y que no existen diferencias significativas para tratamiento y tratamiento \* temporada (Cuadro N° 7).



**Cuadro N° 7**  
**RESULTADO ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCIÓN ANIMAL**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2293,29	2	1146,65	0,80	0,4541
Temporada	810136,50	3	270045,50	187,41	<0,0001
Tratamiento*Temporada	17762,35	6	2960,39	2,05	0,0654
Error	142655,50	99	1440,96		
Total	972444,10	110			

Como se observa en el Cuadro N° 8, no existen diferencias significativas entre los tratamientos para producción animal, con una pequeña superioridad para el tratamiento en fajas.

**Cuadro N° 8**  
**RESULTADO ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EFECTO TRATAMIENTO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Tratamiento	Medias	n	Significancia $p \leq 0,05^*$
T2. Sil. Fajas	213,97	37	A
T3. Sil. Tradicional	204,27	37	A
T4. Ganadero Puro	204,12	37	A

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Con respecto al efecto tiempo, como se muestra en el Cuadro N° 9, se presentaron diferencias entre todas las temporadas de evaluación, siendo la temporada 2006-2007 la de mejor producción y la de menor producción la primera temporada de evaluación.

**Cuadro N° 9**  
**RESULTADO ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EFECTO TIEMPO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Temporada	Medias	n	Significancia $p \leq 0,05^*$
2006-2007	323,98	36	A
2005-2006	240,73	24	B
2007-2008	158,53	27	C
2004-2005	106,57	24	D

\*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de productividad animal son la consecuencia de la interacción entre varios factores, como la productividad de la pradera, el comportamiento y manejo animal, el efecto de los árboles sobre ellos, y factores del ambiente. La evolución de la productividad animal, en las cuatro temporadas (Figura N°1) muestra un inicio con una productividad similar entre los tratamientos, y un aumento constante las siguientes dos temporadas. No se presentaron diferencias significativas durante las cuatro temporadas entre los tratamientos, aunque con una leve superioridad en la productividad total a favor del tratamiento silvopastoral en fajas.

En la temporada 2007-2008 se registró una abrupta caída en la producción animal, siendo el tratamiento ganadero el que más bajó, con una mayor producción de los tratamientos silvopastorales. En relación a esta reducción, tal como se discutió en capítulo anterior, se debe a la disminución de productividad herbácea en la última temporada, como consecuencia de la reducción de la precipitación y a un inicio en la competencia entre el componente forestal y el componente herbáceo.

De los resultados expuestos, se observa que los tratamientos silvopastorales tuvieron un mejor comportamiento en época de sequía, en especial el tratamiento en fajas, con una producción superior del 19% sobre el ganadero en dicha temporada. Lo anterior se puede deber a la protección de los árboles sobre la cubierta herbácea, que origina una disminución de la evapotranspiración (Martsolf, 1966; Lin *et al.*, 2001), con un aumento en su productividad. Estos también entregan beneficios sobre los animales, con un efecto positivo sobre la regulación de la temperatura corporal y como consecuencia en la ingesta de alimento, lo cual a su vez aumenta la ganancia de peso animal (Quam and Johnson, 1994)

Se observa en los resultados de productividad animal expuestos, y en especial para los sistemas silvopastorales, que el rendimiento en peso vivo por unidad de superficie no se ha visto afectado por la presencia de los árboles, sino que ha mostrado una leve superioridad sobre el sistema ganadero sin árboles. Lo anterior es importante para la adopción de estos sistemas integrados por parte de los ganaderos de la región de Aysén, ya que con la presencia del componente forestal se asegura, en estos sistemas silvopastorales, otro ingreso futuro producto de la madera, aparte del tradicional ingreso ganadero, lo cual puede influir positivamente en la rentabilidad del negocio.

## CONCLUSIONES

No se presentaron diferencias significativas en producción animal durante las cuatro temporadas evaluadas entre los tratamientos, aunque con una leve superioridad en la productividad total a favor del tratamiento silvopastoral en fajas.

Los resultados de productividad animal registrados en los sistemas silvopastorales indican que el rendimiento en peso vivo por unidad de superficie no se vio afectado por la presencia de los árboles, sino que ha mostrado una leve superioridad sobre el sistema

ganadero sin árboles.

Estos resultados permiten indicar la potencialidad de adopción de estos sistema integrados por parte de los ganaderos de la región de Aysén, ya que con la presencia del componente forestal se asegura, en estos sistemas silvopastorales, otro ingreso futuro producto de la madera, aparte del tradicional ingreso ganadero.

## REFERENCIAS

**Arnold, J. E. M., 1983.** Economic considerations in agroforestry projects. *Agrofor.Syst.* 1:229-311.

**FAO, 1984.** Sistemas agroforestales en América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago.

**Garret, H. E. and Buck, L., 1997.** Agroforestry practice and policy in the United States of America. *Forest Ecol. Manag.* 91:5-15.

**Garret, H. E., Kerley, M. S., Ladyman, K. P., Walter, W. D., Godsey, L. D., Van Sambeek, J. W. and Brauer, D. K., 2004.** Hardwood silvopasture management in North America. *Agrofor.Syst.* 61:21-33.

**INE, 1997.** VI Censo Nacional Agropecuario. Santiago, Chile.

**INE, 2005.** Anuario estadísticas agropecuarias 2004-2005. 112p. *Disponible en:* [http://www.ine.cl/ine/canales/chile\\_estadistico/compendio\\_estadistico/pdf/2005/3.pdf](http://www.ine.cl/ine/canales/chile_estadistico/compendio_estadistico/pdf/2005/3.pdf), julio 2007.

**INFOR, 2008.** Boletín Estadístico 121: Anuario Forestal 2008. Instituto Forestal, Santiago, Chile.

**Lewis, C. E., 1973.** Integrating management of forest and range resources. pp 69-70. In: Range resources of the Southeastern United States. The Amer. Soc. Agro., Pub N° 21. Madison, Wisconsin.

**Lin, C. H., Mc Graw, R. L., George, M. F. and Garret, H. E., 2001.** Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forages species with agroforestry potential. *Agrofor.Syst.* 53: 269-281.

**Longhurst, W. M., 1983.** Wildlife interactions with domestic animals and forests. In: Foothills for Food and Forest. Ed. by Hannaway D.B. Oregon State Univ. Timber Press, Beaverton, Oregon. pp. 309-320.

**Martsof, J. D., 1966.** Microclimatic modification through shade induced changes in net radiation. PhD Dissertation, University of Missouri at Columbia. pp. 96

**Mead, D., 2009.** Biophysical interactions in silvopastoral systems: a New Zealand perspective. En: Actas del 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp. 3-9.

**Murgeitio, E., 2009.** Aspectos relacionados con la sustentabilidad social y ambiental de los sistemas silvopastoriles en América tropical. En: Actas del 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. Pp. 66-69.

**Nair, P. K. R., 1987.** Soil productivity under agroforestry. In: Agroforestry Realities, Possibilities and Potentials. Ed. by Gholz H.L., Martinus Nijhoff and Junk W. Dordrecht, The Netherlands.

**Quam, V. and Johnson, L., 1994.** Windbreaks for Livestock Operations. University of Nebraska Cooperative Extension EC 94-1766-X. En <http://www.lanr.unl.edu/pubs/forestry/ec1766.htm>. Marzo de 2009.

**Reid, R. and Wilson, G., 1986.** Agroforestry in Australia and New Zealand. Goddard and Dobson. Victoria, Australia. 255p.

**Sotomayor, A., 1989.** Sistemas silvopastorales y su manejo. Documento técnico N° 42. Revista Chile Forestal, Diciembre 1989. CONAF. 8p.

**Sotomayor, A., 1990.** Sistemas silvopastorales y su manejo. Chile Agrícola 157:203-206.

**Sotomayor, A., 2009.** Sistemas silvopastorales, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura en Chile. En: Actas del 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp. 26-47.

**Sotomayor, A., Teuber, O. y Moya, I., 2009.** Resultados y experiencia sobre manejo de sistemas silvopastorales en la región de Aysén. En: Sistemas Agroforestales para la región de Aysén: Cortinas Cortaviento y Silvopastoreo. pp: 165-199. Ed: Teuber O. Instituto de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Forestal. Coyhaique, Chile.

**Teuber, O., 2009.** Introducción. En: Sistemas Agroforestales para la región de Aysén: Cortinas Cortaviento y Silvopastoreo. pp: 5-8. Ed: Teuber O. Instituto de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Forestal. Coyhaique, Chile.

**Teuber, O. y Ganderatz, S., 2009.** Características geográficas y edafoclimáticas de la región de Aysén. En: Sistemas Agroforestales para la región de Aysén: Cortinas Cortaviento y Silvopastoreo. pp: 85-128. Ed: Teuber O. Instituto de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Forestal. Coyhaique, Chile.

---

# COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS SOCIALES DE MADERA CON MUROS VENTILADOS

Marcelo González R<sup>1</sup>, Gonzalo Hernández C<sup>2</sup>.

## RESUMEN

Durante el año 2011 se encuentra en desarrollo un proyecto que contempla la construcción de 55 viviendas sociales con estructura de madera en la localidad de Arauco, Región del Bio Bio. Este proyecto contempló en el diseño de las viviendas la incorporación de muros con cámara ventilada.

Mediante cálculos térmicos basados en la normativa actual existente, se obtuvieron los flujos y pérdidas térmicas, y la eficiencia energética de la vivienda social de madera con muros ventilados; comparándola con una vivienda de madera sin muros ventilados y una vivienda con muros de ladrillo, todas de idéntica arquitectura.

El muro de madera con cámara ventilada presenta un flujo de calor menor que el muro de ladrillo, siendo esta reducción cercana al 70%. En tanto, la diferencia de flujos térmicos entre el muro de madera con cámara ventilada y el muro de madera sin cámara ventilada es de sólo un 12%.

Las viviendas de madera con muros ventilados y sin muros ventilados presentan un ahorro en el consumo de energía en calefacción significativo respecto a la vivienda de ladrillo, de un 48% y 45% respectivamente. Lo anterior se traduce en una disminución del consumo de combustible, menor contaminación intradomiciliaria y un ahorro económico para los habitantes.

## SUMMARY

During the year 2011 is developing a project that includes the construction of 55 housing with a wooden structure in the town of Arauco, Region of Bio Bio. This project included the design of homes incorporating walls with ventilated chamber.

By thermal calculations based on current existing regulations were obtained flows and thermal losses, and energy efficiency of social wooden housing with walls ventilated, comparing it to a wooden house without ventilated walls and a housing with brick walls, all of the same architecture.

---

1- Ingeniero de la madera

2- Ingeniero Civil en Industrias Forestales, INFOR, Sede Bio Bio. [Gonzalo.hernandez@infor.cl](mailto:Gonzalo.hernandez@infor.cl)

The wooden wall with ventilated chamber has a lower heat flux than the brick wall, this reduction being about 70%. Meanwhile, the difference of heat flows between the wooden wall with ventilated air and the wooden wall without ventilated air is only 12%.

The wooden houses with ventilated walls and without ventilated walls have a significant savings in heating energy consumption to housing made of brick, 48% and 45% respectively. This results in a decrease in fuel consumption, reduced indoor air pollution and saving money for residents.

## INTRODUCCIÓN

En la localidad de Arauco, región del Bío Bío, se encuentra en ejecución un proyecto que contempla la construcción de 55 viviendas sociales con estructura de madera. Este proyecto habitacional es subsidiado por el Gobierno de Chile como parte del proceso de reconstrucción después del terremoto del año 2010, y es ejecutado por la empresa *Constructora Vega e Iglesias Ltda.*

Para apoyar la construcción de las viviendas sociales de madera se suscribió un acuerdo entre el Instituto Forestal y la Comisión Escolar de la Capital de Quebec, permitiendo el trabajo de 14 Carpinteros de la Escuela de Oficios y Ocupaciones de la Industria de la Construcción de Quebec e incorporando en las 55 soluciones habitacionales muros con cámara ventilada, que mejoran su eficiencia térmica y generan un ahorro significativo para sus ocupantes por concepto de calefacción.

Este artículo pretende cuantificar el comportamiento térmico y la eficiencia energética de la vivienda social de madera con muros ventilados, comparándola con una vivienda de madera sin muros ventilados y una vivienda con muros de ladrillo, todas de idéntica arquitectura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las viviendas utilizadas en este estudio corresponden a un proyecto de 55 viviendas sociales de madera, de 52 m<sup>2</sup> en un piso, emplazado en la localidad de Arauco, Región del Bio Bio, Chile.

Los cálculos térmicos se realizaron según las especificaciones de la norma chilena NCh 853 "Acondicionamiento térmico - Envoltente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas" (INN, 2003).

El cálculo de los coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas (factores Gv1 y Gv2), se realizó según la norma NCh 1960: "Aislación térmica – Cálculo de coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas" (INN, 1989).

Las conductividades térmicas de los materiales que conforman la envolvente de las viviendas, se obtuvieron de los valores que aparecen en el Manual de Aplicación de la

Reglamentación Térmica (MART) y en la norma chilena NCh 853 (INN, 2003).

La Energía Requerida en Calefacción se obtuvo en base a los datos de Grados-días Anuales para la Localidad de Concepción (Sarmiento, 2007), tomando una temperatura base al interior de las viviendas de 18,1°C. Se consideró además como período de calefacción los meses de abril a agosto, con 8 horas diarias de calefacción.

La descripción térmica de la envolvente y las superficies de los recintos de la vivienda de estudio se obtuvieron de los planos y especificaciones técnicas proporcionadas por la Constructora Vega e Iglesias.

Se obtuvieron las pérdidas térmicas para la vivienda de madera con muros ventilados (1), la vivienda de madera sin cámara ventilada (2) y la vivienda con muros de ladrillo (3). Para los tres tipos de vivienda se utilizó la misma arquitectura del proyecto original, solo modificando la materialidad de los muros perimetrales.

En las Figuras N° 1 y N° 2 se muestra el detalle de los muros de madera con y sin cámara ventilada, respectivamente. El muro de ladrillo se consideró de 14 cm de espesor.



**Figura N° 1**  
**DETALLE DEL MURO DE MADERA CON CÁMARA VENTILADA**



**Figura N° 2**  
**DETALLE DEL MURO DE MADERA SIN CÁMARA VENTILADA**

## RESULTADOS

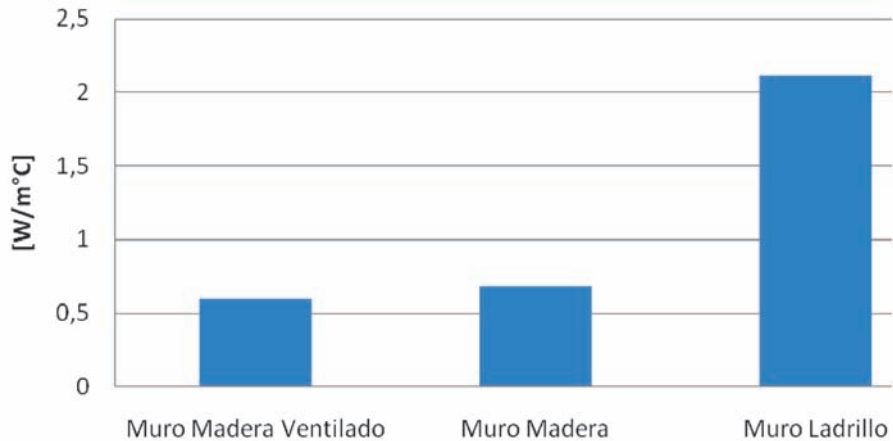
### Transmitancias Térmicas

La transmitancia térmica ( $U$ ) es el flujo de calor que pasa por unidad de superficie de un elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento (MINVU-IC, 2006).

Las transmitancias térmicas de los complejos de muros y techumbre, ventanas y puertas para los tres tipos de viviendas se pueden observar en los Cuadros N° 1, N° 2 y N° 3.

En la Figura N° 3 se pueden apreciar las diferencias de flujos térmicos a través de los tres tipos de muro, donde el muro de ladrillo presenta una transmitancia térmica de 2,11 [ $W/m^{\circ}C$ ], mientras que los muros de madera sin cámara ventilada y con cámara ventilada presentan transmitancias térmicas de 0,68 [ $W/m^{\circ}C$ ] y 0,60 [ $W/m^{\circ}C$ ], respectivamente.





**Figura N° 3**  
**TRANSMITANCIAS TÉRMICAS DE LOS TRES TIPOS DE MURO**

En base a los valores de transmitancia térmica de los muros, se tiene que el muro de madera con cámara ventilada reduce los flujos térmicos en un 72% respecto al muro de ladrillo, y en un 12% respecto al muro de madera sin cámara ventilada.

Es muy importante señalar que cuando menor sea la transmitancia térmica de un muro, menor será el riesgo de condensación de agua al interior de la vivienda, evitando de esta manera la proliferación de hongos y mohos que pueden causar enfermedades respiratorias en los habitantes (Rodríguez, 2007). Debido lo anterior, los muros de madera, con y sin cámara ventilada, presentan un riesgo de condensación de agua significativamente menor al de un muro de ladrillo.

Además, se debe destacar que para la condición de verano, la incorporación de muros ventilados en las viviendas permite evitar el sobrecalentamiento de la vivienda y mantener una temperatura de 3 - 4°C menor a la temperatura exterior (Martínez, 2010).

**Cuadro N° 1**  
**VIVIENDA DE MADERA CON MUROS VENTILADOS**

Elementos de la envolvente		Superficie [m <sup>2</sup> ]	Rt [m <sup>2</sup> °C/W]	U [W/m <sup>2</sup> °C]	U ponderado [W/m <sup>2</sup> °C]
Muros	Muros zona seca	57,55	1,68	0,59	0,60
	Muros zona húmeda	5,72	1,62	0,62	
Techumbre	Techumbre zona seca	44,18	2,59	0,39	0,39
	Techumbre zona húmeda	7,82	2,58	0,39	
Ventanas		7,04	0,17	5,77	
Puertas		3,00	0,43	2,31	

**Cuadro N° 2**  
**VIVIENDA DE MADERA SIN MUROS VENTILADOS**

Elementos de la envolvente		Superficie [m <sup>2</sup> ]	Rt [m <sup>2</sup> °C/W]	U [W/m <sup>2</sup> °C]	U ponderado [W/m <sup>2</sup> °C]
Muros	Muros zona seca	57,55	1,49	0,67	0,68
	Muros zona húmeda	5,72	1,42	0,70	
Techumbre	Techumbre zona seca	44,18	2,59	0,39	0,39
	Techumbre zona húmeda	7,82	2,58	0,39	
Ventanas		7,04	0,17	5,77	
Puertas		3,00	0,43	2,31	

**Cuadro N° 3**  
**VIVIENDA CON MUROS DE LADRILLO**

Elementos de la envolvente		Superficie [m <sup>2</sup> ]	Rt [m <sup>2</sup> °C/W]	U [W/m <sup>2</sup> °C]	U ponderado [W/m <sup>2</sup> °C]
Muros	Muros zona seca	57,55	0,47	2,11	2,11
	Muros zona húmeda	5,72	0,47	2,11	
Techumbre	Techumbre zona seca	44,18	2,59	0,39	0,39
	Techumbre zona húmeda	7,82	2,58	0,39	
Ventanas		7,04	0,17	5,77	
Puertas		3,00	0,43	2,31	

## Pérdidas Térmicas Globales y Eficiencia Energética

Los factores globales de pérdidas térmicas calculados, fueron el factor Gv1, que permite obtener la razón entre los flujos térmicos a través de la envolvente de la vivienda y el producto de su volumen interior y la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior; y el factor Gv2 que es similar al anterior pero agregando las pérdidas térmicas por ventilación e infiltración de aire (INN, 1989). En el Cuadro N° 4 se presenta los valores globales de pérdidas térmicas para los tres tipos de vivienda.

Basado en las diferencias de las pérdidas globales totales (Gv2) entre los tres tipos de vivienda se obtiene que:

- El ahorro en el consumo de energía en calefacción de la vivienda de madera con muros ventilados, es de un 48% respecto de la vivienda con muros de ladrillo.
- El ahorro en el consumo de energía en calefacción de la vivienda de madera sin muros ventilados, es de un 45% respecto de la vivienda con muros de ladrillo.
- El ahorro en el consumo de energía en calefacción de la vivienda de madera con muros ventilados, es de un 5% respecto de la vivienda de madera sin muros ventilados.

**Cuadro N° 4**  
**FACTORES GLOBALES DE PÉRDIDAS TÉRMICAS DE LOS TRES TIPOS DE VIVIENDA**

Vivienda	Gv1 [W/m <sup>3</sup> °C]	Gv2 [W/m <sup>3</sup> °C]
Madera muros ventilados	0,85	1,38
Madera	0,89	1,42
Albañilería ladrillo	1,62	2,15

## Energía Requerida en Calefacción (ERC)

La energía requerida en calefacción que se obtuvo se observa en el Cuadro N° 5. Para las viviendas de madera con y sin muro ventilado la ERC es cercana a los 25 kW-h/m<sup>2</sup>año; mientras que para la vivienda de ladrillo el consumo energético asciende a los 46,4 kW-h/m<sup>2</sup>año.

Para las viviendas en estudio, una familia que habita la vivienda de ladrillo deberá gastar cerca de \$179.000 en calefacción durante el invierno, mientras que la que habita en la vivienda de madera con muros ventilados gastará aproximadamente \$94.000<sup>1</sup>. El ahorro

<sup>1</sup> Considerando parafina (kerosene doméstico) como combustible, a un precio de mercado de \$700 por litro, y utilizando los valores del Cuadro N° 6.

económico en calefacción es de \$85.000 por año.

Además del ahorro económico producido, la disminución de combustible (gas licuado, parafina y leña), permitirá disminuir la contaminación intradomiciliaria afectando positivamente la salud de los habitantes y su calidad de vida (Caceres *et al.*, 2001)

**Cuadro N° 5**  
**ENERGÍA REQUERIDA EN CALEFACCIÓN PARA LOS TRES TIPOS DE VIVIENDA**

Vivienda	ERC [kW-h/m <sup>2</sup> año]	ERC [kW-h/año]
Madera muros ventilados	24,30	1263,62
Madera	25,46	1324,02
Albañilería ladrillo	46,38	2411,69

**Cuadro N° 6**  
**COMBUSTIBLE REQUERIDO EN CALEFACCIÓN PARA LOS TRES TIPOS DE VIVIENDA**

Vivienda	Leña [kg/año]	Parafina [l/año]	Gas licuado [kg/ año]	Electricidad [kW-h/año]
Madera muros ventilados	1034,96	134,30	94,54	1263,62
Madera	1084,43	140,72	99,06	1324,02
Albañilería ladrillo	1975,29	256,31	180,43	2411,69

## CONCLUSIONES

El muro de madera con cámara ventilada presenta un flujo de calor menor que el muro de ladrillo, siendo esta reducción cercana al 70%. En tanto, la diferencia de flujos térmicos entre el muro de madera con cámara ventilada y el muro de madera sin cámara ventilada es de sólo un 12%.

Las diferencias en los flujos térmicos de los muros, se traducen en diferencias de pérdidas térmicas en los tres tipos de vivienda, donde las viviendas de madera, con y sin muros ventilados, respecto de la vivienda de ladrillo, presentan un ahorro significativo en el consumo de energía para calefacción, de un 48% y 45% respectivamente.

La eficiencia energética de las viviendas de madera respecto a la vivienda de ladrillo, conlleva una disminución del consumo de combustible y la contaminación intradomiciliaria, además de un ahorro económico para los habitantes.

## REFERENCIAS

**Caceres, D., Adonis, M. y Retamal, C., 2001.** Contaminación intradomiciliaria en un sector de extrema pobreza de la comuna de La Pintana. *Rev. méd. Chile*. [En línea]. <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872001000100005&Ing=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872001000100005&Ing=es&nrm=iso)>. ISSN 0034-9887. [Consulta: 12 de Agosto de 2011]

**INN, 1989.** Norma chilena oficial; NCh 1960.Of89: Aislación térmica – Cálculo de coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas. Instituto Nacional de Normalización, Chile.

**INN, 2003.** Norma chilena oficial; NCh 853.Of2003: Acondicionamiento térmico – Envoltorio térmico de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. Instituto Nacional de Normalización, Chile.

**Martínez, P., 2010.** Diseño envolvente: Una Tecnología disponible para la reconstrucción en madera. Seminario Reconstruyamos a Chile en Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca.

**MINVU-IC, 2006.** Manual de aplicación reglamentación térmica: Ordenanza General de Urbanismo y construcciones artículo 4.1.10. Primera edición. Editorial Edicolor. Santiago, Chile. 54 p. Ministerio de Vivienda y Urbanismo; Instituto de la Construcción..

**Rodríguez, G., 2007.** Clima y construcción habitacional: Conceptos térmicos. Apuntes del curso Física de la Construcción. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

**Sarmiento, P., 2007.** Energía Solar en Arquitectura y Construcción. Primera edición. Editorial Ril. Santiago, Chile. 343 p.



---

# COMPORTAMIENTO EN TERRENO DE PLANTAS DE QUILLAY (*Quillaja saponaria* Mol.), PRODUCIDAS EN DIFERENTES VOLÚMENES DE CONTENEDOR

Quiroz, I.<sup>1</sup>, Hernández, A.<sup>1</sup>, García, E.<sup>1</sup>, Gonzalez<sup>1</sup>, M. y Soto, H.<sup>1</sup>

## RESUMEN

Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) es una especie endémica de Chile, que se distribuye preferentemente en la zona mesomórfica del país, donde se encuentra sujeta a fuertes intervenciones para la obtención de productos no maderables destinados a los mercados farmacéutico y cosmetológico.

La presión sobre el recurso ha contribuido a que estas formaciones naturales estén en un estado de degradación y sobreexplotación que hace necesario recuperarlas favoreciendo su regeneración natural y estableciendo plantaciones con esta especie, tratamientos silviculturales que son objeto de incentivos bajo la legislación de fomento forestal vigente.

En plantaciones forestales, el rápido crecimiento de las plantas en terreno durante los primeros años es fundamental para su supervivencia, en especial en sitios edafoclimáticamente desfavorables, y en esto el sistema radicular formado en vivero cumple un papel preponderante, mejorando el prendimiento y el crecimiento inicial de las plantas por una mayor capacidad de arraigamiento y absorción de humedad desde el suelo.

El presente trabajo entrega resultados de investigaciones realizadas por INFOR en el área de plantaciones, probando contenedores de diferentes volúmenes para la producción de plantas en vivero y su efecto sobre el prendimiento y desarrollo inicial de estas en terreno.

Los volúmenes de los contenedores afectaron el crecimiento en diámetro ( $P < 0.05$ ) y la altura ( $P < 0.05$ ) de las plantas en terreno, aumentando ambas variables a medida que se incrementan los volúmenes de los contenedores, a un año de establecida la plantación.

**Palabras clave:** Volumen de contenedor, *Quillaja saponaria*, producción de plantas, plantación.

---

<sup>1</sup> Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Concepción – Centro Tecnológico de la Planta Forestal, Chile. ivan.quiroz@infor.cl

## SUMMARY

Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) is a native and endemic species in Chile with a natural geographic distribution mainly in the semiarid central part of the country where is currently under an intensive use to obtain non wood products for pharmaceutical and cosmetics markets.

Due to that pressure over the species, the Quillay forest are overexploited and degraded at present and it is necessary to recover them by favoring natural regeneration and through afforestation, both silvicultural treatments considered on the current forest law for State incentives.

The fast growth of seedlings during the first years in the establishment of forests plantations is essential for an appropriate survival of the stand, particularly under unfavorable soil or climate sites, where seedlings with a well developed root system will perform better, due to a good rooting and water utilization capacity.

This paper presents results from a research developed by INFOR on afforestation with Quillay using seedlings produced in different volume containers and assessing the seedling quality produced under this variable and later their survival and initial growth in the field a year after the establishment of the plantation.

The container volume shows an effect over the diameter growth ( $P < 0.05$ ) and the total height ( $P < 0.05$ ) of the seedlings one year after the plantation, and the effect is higher as the container volume is higher.

**Key words:** Container volume, *Quillaja saponaria* Mol., seedling production, plantation.



## INTRODUCCIÓN

*Quillaja saponaria* Mol. es una especie endémica de Chile que se ubica en la zona mesomórfica de del país y está adaptada para vivir en sitios pobres, secos y cálidos (Donoso, 1990). Crece desde los 100 msnm en la Cordillera de la Costa hasta los 1.500 msnm en la Cordillera de los Andes.

Pese a no tener grandes restricciones climáticas para su desarrollo, existen actualmente problemas en su estado de conservación debido a las fuertes intervenciones a que está sometida para la obtención de productos no maderables destinados a los mercados farmacéutico y cosmetológico, lo que ha conducido a que las formaciones naturales de esta especie se encuentren en general en estado de degradación (Santelices y Bobadilla, 1997).

Además del uso adecuado del recurso, bajo planes de manejo que aseguren su sostenibilidad, las técnicas silvícolas aplicables para la recuperación de las formaciones naturales de la especie son principalmente favorecer la regeneración natural de los bosques y la plantación, sea esta última orientada al enriquecimiento de los bosques existentes o a la creación de nuevos bosques mediante la forestación de áreas ya desarboladas.

En el establecimiento de plantaciones, una buena calidad de plantas es fundamental para la obtención de una adecuada supervivencia de estas en el terreno y un buen desarrollo inicial. La calidad de las plantas se refleja en su capacidad de arraigamiento y de aprovechamiento del agua disponible en el suelo, características particularmente gravitantes en sitios con limitaciones de suelo y clima como los habituales en las zonas semiáridas donde se desarrolla la especie.

Se ha demostrado que plantas de mayor tamaño tienen un mejor comportamiento en terreno (South, 1993; Dey y Parker ,1997), particularmente en condiciones de competencia con las malezas por recursos hídricos (South y Mitchell, 1999), existiendo una alta correlación entre el volumen del contenedor y la altura de la planta.

Según Close *et al.* (2010), plantas producidas en vivero en contenedores de mayor volumen podrían tener ventajas como un menor daño a las plantas durante el transporte y la plantación, una alta relación raíz: tallo, si el crecimiento superior es igual entre las plantas producidas en los diferentes contenedores; y una alta biomasa total con una similar relación raíz: tallo entre las plantas producidas en los distintos volúmenes de contenedores. A nivel fisiológico, la alta relación raíz: tallo puede dar lugar a relaciones más favorables en la absorción del agua, es decir menor necesidad en sus requerimientos de absorción, y tasas de crecimiento mayores (Close *et al.*, 2010). Por otro lado, mayor biomasa total puede resultar en mayores reservas de carbohidratos totales disponibles para la re-movilización para el rápido crecimiento poco después de la plantación.

Actualmente, la decisión del tipo de contenedor a utilizar depende de factores de manejo en vivero y de mercado, más que del análisis particular de su influencia en determinadas dimensiones; sin embargo, cuando el volumen del contenedor y la densidad

de cultivo son los factores fundamentales de calidad de la planta en terreno, es conveniente conocer las tendencias de los factores dimensionales de cada planta según las variables de los contenedores (Peñuelas y Ocaña, 1999).

En virtud de la discrepancia existente en el beneficio obtenido en la calidad de planta y en el beneficio económico, considerando los escasos antecedentes técnicos que se disponen sobre producción de plantas nativas y más aún sobre su posterior desarrollo en terreno, surge la necesidad de determinar el efecto del volumen del contenedor en el crecimiento de las plantas en vivero y su comportamiento en terreno, motivo de este trabajo.

## MATERIAL Y MÉTODO

El estudio fue realizado en el vivero del Centro Tecnológico de la Planta Forestal, perteneciente al Instituto Forestal (36° 50' 61" LS; 73° 07' 56" LO, 18 msnm). Las plantas de *Q. saponaria* fueron producidas desde semillas procedentes de la Región del Maule, Comuna de Curepto, zona de Rapilermo (35° 11' 59" LS; 71° 46' 59" LO, 324 msnm), a las cuales se les aplicó un tratamiento pre-germinativo consistente en el remojo en agua por 24 h.

En promedio, el peso medio de 100 semillas fue de 0,964 g y el número de semillas por kilogramo de 103.630 semillas (ISTA, 1996). La germinación fue de  $95,2 \pm 0,98\%$ , la energía germinativa de  $85,4\% \pm 3,5$ , el vigor germinativo de  $6,9\% \pm 0,7$  días y el periodo de energía fue de  $30,8 \pm 2,2$  días (González *et al.*, 2011).

La siembra se efectuó el 4 de junio 2009 en un sustrato de corteza de pino compostada de granulometría G – 10, en bandejas de polietileno expandido (Aislapol) en diferentes volúmenes de contenedores (Cuadro N° 1), dispuestas en invernadero de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc durante dos meses, para luego ser trasladadas a un ambiente a cielo abierto.

**Cuadro N° 1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES UTILIZADOS EN EL ESTUDIO**

N°	Distribución de Cavidades Almaciguera	Cavidades Almaciguera (N°)	Cavidades por Unidad de Superficie (N°/m <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Profundidad (mm)
1	13 x 8	104	416	56	70
2	15 x 9	135	540	75	115
3	14 x 8	112	448	95	140
4	12 x 7	84	336	100	100
5	12 x 7	84	336	130	160
6	12 x 7	84	336	135	100
7	11 x 8	88	400	140	135
8	10 x 6	60	240	280	140

(Fuente: González *et al.* 2011).

El programa de riego consideró la aplicación de tres riegos diarios de un minuto, manteniendo el sustrato a una humedad del 80%. El riego es tecnificado y se efectúa en forma automática mediante aspersión por "microjet". Las aplicaciones y tipo de fertilizantes se realizaron de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas, según se indica en el Cuadro N° 2.

Cada 30 días, durante nueve meses (9 de septiembre del 2009 hasta 9 de mayo del 2010), fueron realizadas mediciones de crecimiento en altura ( $\pm 0,1$  cm). Al final de la temporada de crecimiento (9 de mayo), cinco plantas de cada uno de los tratamientos y repetición fueron colectadas para la determinación del diámetro ( $\pm 0,1$  mm) y secadas a  $105^{\circ}$  C hasta llegar a peso constante, para la determinación de biomasa aérea ( $\pm 0,1$  g) y radicular ( $\pm 0,1$  g).

**Cuadro N° 2**  
**APLICACIÓN DE FERTILIZANTE EN VIVERO**

Etapa de Crecimiento	Elementos N-P-K	Aplicación
Hasta 10 cm	15%; 30%; 15%	Una vez por semana en dosis de 2 gramos/litro
Desde 10 – Hasta 25 cm	25 %; 10 %; 10%	Una vez por semana en dosis de 3 gramos/litro
Sobre 25 cm	13%; 6%; 40% (mas nitrato de calcio)	Una vez por semana en dosis de 2 gramos/litro. Nitrato de Calcio dos gramos/litros dos veces por semana.

Para la instalación del ensayo de evaluación del comportamiento de las plantas en terreno (1 de agosto del 2010), se realizó una limpieza del sector mediante un roce de las malezas, las cuales fueron ordenadas en fajas. La plantación se realizó en casillas mediante la remoción de suelo de  $40 \times 40 \times 40$  cm y a una densidad de 1.100 plantas /ha ( $3 \times 3$  m). Un total de 972 plantas fueron establecidas en la Región del Biobío, Comuna de Florida, Chile coordenadas ( $36^{\circ} 47' 54''$  LS;  $72^{\circ} 39' 61''$  LO, 238 msnm). Finalmente la primera semana de Septiembre 2010, se fertilizó con 140 gramos de una mezcla forestal (N 8% P 20 % K 7%).

El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con tres repeticiones, considerando ocho volúmenes de contenedores (56, 75, 95, 100, 130, 135, 140 y 280  $\text{cm}^3$ ), donde la unidad muestral estuvo compuesta por 36 plantas. Se realizaron mediciones de crecimiento en diámetro y altura al inicio del establecimiento del ensayo y al primer año (1 de junio del 2011).

Al final del período de crecimiento en terreno fueron realizados análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar diferencias en longitud de tallo (LT), diámetro de cuello de la raíz (DAC). La homogeneidad de varianza fue evaluada mediante la prueba de Levene ( $P < 0,05$ ).

El supuesto de normalidad de los residuos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-

Wilks ( $P < 0,05$ ). Para detectar diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación múltiple Scott & Knott, con un 95 % de confianza.

Se evaluó la correlación existente entre los parámetros morfológicos con el volumen y altura del contenedor. Un análisis de correlación cruzado fue realizado para analizar el grado de asociación entre las variables que fueron evaluadas, mediante los valores de significancia a un nivel de probabilidad ( $P$ ) y coeficientes de correlación de Pearson ( $r^2$ ).

Se identificaron en cada caso las variables independientes significativamente correlacionadas con la variable de respuesta  $P < 0,05$ . Los datos fueron analizados utilizando el software estadístico *InfoStat* (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final de la etapa de vivero, las plantas mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ). Las plantas que crecieron con un mayor volumen por cavidad mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en altura, diámetro, longitud de la raíz principal, biomasa e índices de calidad, comparadas con aquellas producidas en contenedor de 56 cm<sup>3</sup> (Cuadro N° 2).

Plantas producidas en contenedores de 280 cm<sup>3</sup> y 135 cm<sup>3</sup> presentaron valores similares en altura de 26,4 y 26,2 cm, respectivamente, a pesar de la diferencia existente en volumen y altura del contenedor (González *et al.*, 2011).

La *Norma Chilena NCh 2957/5* de calidad de planta, no considera estándares de calidad para la especie *Q. saponaria*, sin embargo al realizar una comparación con los estándares normativos de raulí producida a raíz cubierta, sólo el contenedor de 56 cm<sup>3</sup> no cumpliría con la normativa (INN, 2006).

Para las variables de biomasa, existe una tendencia en directa relación con el volumen del contenedor (Cuadro N° 3). A mayor volumen de contenedor mayor peso seco aéreo y radicular. Sólo el contenedor de 140 cm<sup>3</sup> presenta un comportamiento diferente, presentando valores totales menores que los obtenidos en plantas producidas en contenedor de 135 cm<sup>3</sup>.

**Cuadro N° 3**  
**EFFECTO DEL VOLUMEN DEL CONTENEDOR EN LOS ATRIBUTOS**  
**MORFOLÓGICOS, BIOMASA E ÍNDICES DE CALIDAD DE PLANTAS**  
**(media ± error estándar; n = 15)**

V (cm <sup>3</sup> )	LT (cm)	DAC (mm)	L. raíz (cm)	Biomasa (g)			Índice de Calidad		
				Aérea	Raíz	Total	Esbeltez	Tallo/ raíz	Dickson
280	26,4 ± 1,6a	4,8 ± 0,2a	12,0 ± 0,6a	3,5 ± 0,3a	1,8 ± 0,1a	5,3 ± 0,4a	4,9 ± 0,3a	2,0 ± 0,1b	0,8 ± 0,0a
140	20,9 ± 1,4b	3,5 ± 0,2c	9,2 ± 0,5a	2,2 ± 0,2b	1,3 ± 0,1a	3,6 ± 0,3b	6,0 ± 0,2b	1,9 ± 0,2b	0,5 ± 0,0a
135	26,2 ± 1,5a	4,2 ± 0,3a	6,8 ± 0,9c	3,2 ± 0,3a	1,4 ± 0,2a	4,6 ± 0,4a	6,7 ± 0,4a	2,4 ± 0,1a	0,5 ± 0,1a
130	22,2 ± 1,4b	4,2 ± 0,2a	9,4 ± 1,1a	2,2 ± 0,2b	1,4 ± 0,2a	3,6 ± 0,4b	5,5 ± 0,4a	1,8 ± 0,2b	0,5 ± 0,0a
100	21,3 ± 0,7b	3,4 ± 0,1c	8,0 ± 0,2b	2,0 ± 0,1b	0,9 ± 0,0b	2,9 ± 0,1c	6,4 ± 0,3a	2,2 ± 0,2a	0,4 ± 0,0b
95	19,2 ± 1,4c	3,7 ± 0,2b	9,7 ± 1,0a	1,9 ± 0,2b	0,9 ± 0,1b	2,9 ± 0,3c	5,2 ± 0,2a	2,0 ± 0,1b	0,4 ± 0,0b
75	18,1 ± 1,4c	3,4 ± 0,2c	9,5 ± 0,6a	1,8 ± 0,2b	0,8 ± 0,1b	2,6 ± 0,3c	5,9 ± 0,4a	2,5 ± 0,1a	0,3 ± 0,0b
56	15,8 ± 0,7d	2,9 ± 0,2d	5,4 ± 0,5c	1,5 ± 0,2b	0,5 ± 0,1b	2,0 ± 0,2c	5,3 ± 0,4a	3,1 ± 0,2a	0,2 ± 0,0b

(Fuente: Modificado de González et al., 2011).

V = volumen del contenedor, LT = longitud del tallo, DAC = diámetro de cuello, L. raíz = longitud de raíz.  
 Valores promedios, con la misma letra no difieren significativamente entre sí, P > 0,05.

Asimismo, existe una alta correlación entre los parámetros morfológicos, es decir a medida que aumenta el volumen y profundidad del contenedor mayores son los valores de dichos parámetros, característica que se presenta con mayor notoriedad en la longitud de la raíz (Cuadro N° 4). Por el contrario, estos parámetros se ven afectados negativamente a medida que aumenta el número de cavidades por almaciguera y por unidad de superficie, principalmente en la altura y el diámetro.

**Cuadro N° 4**  
**CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LOS PARÁMETROS MORFOLÓGICOS,**  
**BIOMASA E ÍNDICE DE CALIDAD, Y EL VOLUMEN Y PROFUNDIDAD DE LOS**  
**CONTENEDORES**  
**(Significativo en P > 0,05)**

Características contenedor	LT (cm)	DAC (mm)	L. Raíz (cm)	Biomasa (g)			Índice de Calidad		
				Aérea	Raíz	Total	Esbeltez	Tallo/raíz	Dickson
Volumen	0,90	0,91	0,80	0,93	0,95	0,95	-0,16	-0,38	0,98
Altura	0,49	0,65	0,83	0,45	0,68	0,53	-0,27	-0,88	0,64

LT = longitud del tallo, DAC = diámetro de cuello, L. raíz = longitud de raíz.

Al final de la etapa en vivero, el crecimiento de las plantas mostró diferencias significativas en altura, diámetro y biomasa entre los diferentes volúmenes de contenedor. Ortega *et al.* (2006) señalan que plantas de *Pinus radiata* creciendo en volúmenes de 200, 260 y 270 cm<sup>3</sup> no muestran diferencias en crecimiento en altura, existiendo solo diferencias en el número de raíces secundarias producidas en la parte media y baja del contenedor,

respuesta que podría ser consecuencia de la aireación en la parte lateral que presentan los contenedores y que favorecería la poda de raíces laterales.

Anthony *et al.* (2006) reportan que el tipo de contenedor afectó significativamente ( $P < 0,05$ ) la altura del tallo y la simetría del sistema radicular en plantas de *Pinus taeda* producidas mediante estacas.

No obstante, las contradicciones existentes entre los autores se deben a la existencia de un efecto del contenedor, cerrados y fisurados, y al volumen y altura de este, en el crecimiento de la parte aérea y radicular de las plantas.

El volumen del contenedor y la biomasa de las plantas presentan una alta correlación, siendo descrito de forma similar en plantas de *Picea mariana* (Lamhamedi *et al.*, 1998), demostrando que un contenedor con mayor capacidad volumétrica favorece el desarrollo de las plantas, pero asimismo el tipo de contenedor determina la arquitectura de las raíces, siendo un factor que afecta la formación de raíces secundarias, terciarias y la longitud de la raíz principal (Ortega *et al.*, 2006).

**Cuadro N° 5**  
**EFFECTO DEL VOLUMEN DEL CONTENEDOR EN LOS ATRIBUTOS**  
**MORFOLÓGICOS, SUPERVIVENCIA Y DAÑO PROVOCADO POR LOS CONEJOS**  
**(media ± desviación estándar; n = 108)**

V (cm <sup>3</sup> )	LT (cm)	DAC (mm)	Supervivencia (%)	Daño Conejo (%)
280	33,3 ± 10,2 a	5,8 ± 1,3 ab	98 a	15,7
140	27,0 ± 8,3 cd	5,1 ± 1,4 cd	96 a	33,3
135	34,8 ± 9,0 a	6,1 ± 1,5 a	99 a	5,6
130	32,4 ± 10 ab	5,7 ± 1,6 abc	95 a	19,4
100	27,8 ± 8,4 c	5,4 ± 1,5 bcd	100 a	15,7
95	29,4 ± 7,2 bc	5,5 ± 1,1 bcd	100 a	24,1
75	26,6 ± 8,7 c	5,1 ± 1,1 cd	100 a	17,6
56	23,4 ± 7,4 d	4,9 ± 1,6 d	99 a	14,8

LT = longitud del tallo, DAC = diámetro de cuello.

Los índices de esbeltez, tallo/raíz, y de Dickson (Diskson *et al.*, 1960), de las plantas de *Q. saponaria* producidas en los diferentes volúmenes de contenedor alcanzaron valores entre 6,7 – 4,9; 3,1–1,8; y 0,9–0,2, respectivamente, mostrando el equilibrio entre la superficie que transpira (aérea) y la que absorbe agua (radicular) (Santelices *et al.*, 2011), favoreciendo así un mayor desarrollo del sistema radical que la parte aérea con lo que favorecería la sobrevivencia en zonas secas (Villar – Salvador, 2003).

García (2007) considera que el valor de esbeltez no debe ser mayor a 6. Así mismo Hunt (1990) menciona que la esbeltez debe ser menor o igual a 8 para plantas que se encuentran en una condición de equilibrio entre la altura y diámetro.

Sin embargo, existen antecedentes de las características morfológicas que deberían tener las plantas para diferentes condiciones de sitio y ambiente, por ello Cleary et al. (1978) determinaron que plantas de mayor tamaño presentan un mejor desempeño en la supervivencia y crecimiento en condiciones de competencia con malezas. Asimismo, en condiciones de sitios favorables, plantas de mayor altura crecen mejor que plantas pequeñas (Iverson, 1984; Ritchie, 1984), sin embargo, plantas de mayor tamaño no sobreviven tan bien como las de menor tamaño (Thompson, 1984). Según Hunt (1990), un valor inferior a 0,15 en el índice de Dickson en abeto y pino, puede significar problemas en el establecimiento de las plantas, encontrándose las plantas desequilibradas, por ello para esas especies se recomienda un índice de Dickson superior a 0,2.

Los antecedentes obtenidos en vivero para *Q. saponaria* muestran que los tamaños de los contenedores afectan las variables de altura de tallo, diámetro de cuello y pesos secos, tanto aéreo, de raíz y total, sin embargo dichas diferencias no influyeron en las supervivencias de las plantas en terreno. En tal sentido, parece conveniente, desde el punto de vista del viverista y forestador, utilizar plantas producidas en contenedores de 130 o 135 cm<sup>3</sup>, ello permitiría indicar que contenedores de mayor volumen no serían necesarios. No obstante, en un estudio de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden agrupadas en cuatro clases morfológicas, basadas en altura y diámetro, no se registraron diferencias significativas en el crecimiento y supervivencia en campo, pero plantas con mayor altura y diámetro fueron más susceptibles a las bajas temperaturas (García, 2007).

Plantas producidas en contenedores de menor volumen, con sistemas radiculares poco desarrollados, conducen a un menor crecimiento, sin embargo contenedores con mayor volumen y altura del contenedor, mejoraron el crecimiento de las plantas en terreno, aumentando la absorción de humedad desde el suelo a través de las raíces, teniendo éstas acceso a humedad a mayor profundidad (Close et al., 2010). Se mejora así el crecimiento de nuevas raíces después del establecimiento en terreno, evitando el estrés hídrico, manteniendo las tasas fotosintéticas, y asegurando el éxito del establecimiento (Burdett, 1990) y cumpliendo variadas funciones en la fisiología de la planta, tales como la absorción de agua y nutrientes desde el suelo, el transporte de éstos a los tallos y hojas, y la síntesis de hormonas vegetales (Salisbury y Ross, 2000).

En el ensayo establecido con *Q. saponaria* se observó un aumento significativo en la altura y diámetro de las plantas ( $P < 0,05$ ) transcurrido un año del establecimiento en terreno (Cuadro N° 3), sin embargo estas diferencias en el crecimiento se reducen durante el transcurso del tiempo, desde el momento que las plantas son recolectadas en vivero, sin embargo se obtiene un mayor varianza, especialmente en la altura, lo que puede ser influenciado por las particularidades del sitio.

Un ensayo con *Eucalyptus globulus* Labill establecido en la comuna de Lumaco, transcurridos 4 años de establecido en terreno, mostró que las diferencias iniciales de crecimiento entre los diferentes contenedores no fueron significativas (datos no publicados), por lo que se debe esperar otras evaluaciones que permitan confirmar el comportamiento de *Q. saponaria* y el efecto de los contenedores.

En términos de supervivencia, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, ya que esta fue alta, sin embargo algunos tratamientos fueron afectados por conejos, no existiendo una relación entre la altura de la planta y el ataque. Las plantas cortadas presentaban rebrotes y fueron eliminadas del análisis.

En general y al igual que en otras investigaciones (Domínguez *et al.*, 1997; Domínguez, 2000), se puede indicar que los contenedores de mayor volumen presentaron mejores resultados de crecimiento a un año de establecido en terreno. Se observa que los contenedores de mayor profundidad son los que presentaron una tendencia a mayor crecimiento en altura, en particular los contenedores de 130 cm<sup>3</sup>.

## CONCLUSIONES

A un año de establecido el ensayo en terreno, se puede indicar que los volúmenes de los contenedores afectaron significativamente el crecimiento en diámetro y la altura de las plantas, aumentando ambas variables a medida que se incrementan los volúmenes de los contenedores.

Las diferencias iniciales de crecimiento obtenidas en vivero en las variables diámetro y altura, transcurridos un año en terreno tienden a disminuir, aunque se obtiene una mayor varianza en dichas variables.

No existe una relación entre el tamaño de la planta de *Q. saponaria* establecida en terreno y su sobrevivencia.

Evaluaciones posteriores permitirán apreciar si las diferencias se mantienen a más edad de la plantación.

## REFERENCIAS

**Anthony, V., Barry, G., Frank, B., Jeff, W., Ben, C., Farrell, W. and John, F., 2006.** Container type volume influences adventitious rooting and subsequent field growth of stem cuttings of Loblolly Pine. *Society of American foresters* 30 (3): 123 – 131.

**Burdett, A., 1990.** Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research* 20:415–427.

**Cleary, B., Greaves, R., and Owston, W., 1978.** Seedlings. P. 63-98 in: *Regenerating Oregon's Forests*, B. D. Cleary, R. D. Greaves, and R. K. Hermann (eds.). Oregon State University Extension Service, Corvallis. 287 p.

**Close, D., Paterson, S., Corkrey, R., and Mc Arthur, C., 2010.** Influence of seedling size, container type and mammal browsing on the establishment of *Eucalyptus globulus* in plantation forestry. *New Forests* 39:105-115.



**Dey, D. and Parker, W., 1997.** Morphological indicators of stock quality and field performance of Red Oak (*Quercus rubra* L.) seedlings underplanted in a central Ontario shelterwood. *New Forests* 14:145–156

**Dickson, A., Leaf, A. and Hosner, I., 1960.** Quality appraisal of White Spruce and White Pine seedlings stock in nurseries. *Forestry Chronicle* 36: 10-13.

**Dominguez S., Herrero, N., Carrasco, I., Ocaña, L. y Rubira J., 1997.** Ensayos de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halapensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*: Resultado de vivero. *Actas de II congreso Forestal Español Pamplona Mesa 3*: 189-194.

**Dominguez S., 2000.** Influencia de distintos tipos de contenedores en el desarrollo en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*. Reunión de Coordinación I+D. Fundación CEAM.

**Donoso, C., 1990.** Ecología Forestal, el bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria, Segunda edición, Santiago de Chile, 367p.

**García, M., 2007.** Importancia de la calidad del plantín forestal. XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Argentina, Octubre de 2007. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2007/312.II.GARCIA.pdf> (con acceso el 02-08-2010).

**González, M., Quiroz, I., García, E. y Soto, H., 2011.** Estándares de producción de plantas de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) *Revista Chile Forestal* 353: 43 – 46.

**Iverson, R., 1984.** Planting stock selection: Meeting biological needs and operational realities. In Duryea ML, TD Landis eds. *Forest nursery manual*. Oregon State University. Corvallis, USA. p. 261-266.

**Hunt, G., 1990.** Effect of styroblock design and copper on morphology of conifer seedlings. En: Rose, R., S. J. Campbell y T. D. Landis (eds.). *Proceedings, Western Forest Nursery Association*; 1990 August 13-17; Roseburg, OR. General Technical Report RM-200. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 218-222. Disponible en: [www.rngr.net/publications/proceedings/1990/hunt.pdf/at\\_download/file](http://www.rngr.net/publications/proceedings/1990/hunt.pdf/at_download/file) (con acceso el 30 de julio de 2008).

**INN, 2006.** Norma Chilena Oficial. NCh 2957. Of2006. Material de propagación de uso forestal. 1ra ed. Instituto Nacional de Normalización, Santiago, Chile.

**InfoStat, 2008.** InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

**ISTA, 1996.** International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.*, 24: Supplement.

**Lamhamedi, M., Bernier, P., Hebert, C. and Jobidon, R., 1998.** Physiological and growth

responses of three sizes of containerized of *Picea mariana* seedlings outplanted with and without vegetation control. *Forest Ecology and Management* 110: 13–23.

**Ortega, U., Majada, J., Mena-Petite, A., Sanchez-Zabala, N., Rodriguez-Iturrizar, N., Txarterina, K., Azpitarte, J. and Duñabeitia, M., 2006.** Field performance of *Pinus radiata* D. Don produced in nursery with different types of containers. *New Forests* 31: 97-112.

**Peñuelas, J. y Ocaña, L., 1999.** Cultivo de plantas forestales en Contenedor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. 190 pág.

**Ritchie, G., 1984.** Assessing seed quality. In: Duriyea, M.L.: Landis, T.D., eds. *Forest nursery manual: production of bareroot seedlings*. Boston: Kluwer Academic Publishers: 243-259.

**Salisbury, F. y Ross, C., 2000.** *Fisiología Vegetal*. Madrid, España. Thomson Editores, Spain Paraninfo. 988 p.

**Santelices, R., Navarro, R., Drake, F. y Mena, C., 2011.** Efecto de la cobertura y de la fertilización en el desarrollo de plantas de *Nothofagus alessandrii* cultivadas en contenedor. *Bosque* 32 (1): 85 – 88.

**Santelices, R. y Bobadilla, C., 1997.** Arraigamiento de estacas de *Quillaja saponaria* Mol. y *Peumus boldus* Mol. *Bosque* 18 (2): 77 – 85.

**South, D., 1993.** Rationale for growing Southern Pine seedlings at low seedbed densities. *New Forests* 7:63–92.

**South, D. and Mitchell, R., 1999.** Determining the “optimum” Slash Pine seedling size for use with four levels of vegetation management on a flatwoods site in Georgia. USA. *Canadian Journal of Forest Research* 29:1039–1046.

**Thompson, B., 1984.** Seedling morphological evaluation—what you can tell by looking. In: Duryea MI (Eds.), *Evaluating Seedling Quality: Principles Procedures and Predictive Abilities of Major Tests*. Oregon State University, USA, pp. 59–72.

**Villar-Salvador, P., 2003.** Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. In Rey-Benayas JM, T Espigares-Pinilla, JM Nicolau-Ibarra eds. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. Alcalá de Henares, España. Universidad de Alcalá. p. 65-86.

---

# HACIA UN SISTEMA DE USO SILVOPASTORAL CON ÁRBOL NATIVO

Sánchez-Jardón, Laura<sup>1</sup>; del Pozo, Alejandro<sup>2</sup>; Acosta, Belén<sup>3</sup>; Casado, Miguel Ángel<sup>4</sup>; Ovalle, Carlos<sup>5</sup>; Elizalde, H. Felipe<sup>6</sup>; Hepp, Christian<sup>7</sup>; de Miguel, Jose Manuel<sup>8</sup>

## RESUMEN

Se estudió el efecto del arbolado de lenga (*Nothofagus pumilio* [Poepp. et Endl.] Krasse) en las praderas de la región patagónica de Aysén (Región de Aysén, Chile).

Los grandes incendios de principios del siglo XX en la región afectaron grandes extensiones de bosque de esta especie nativa, la más extendida en la Patagonia. Actualmente el paisaje de los valles habitados de la Patagonia chilena consiste en una matriz de praderas de explotación ganadera con algunos bosques remanentes de lenga.

En el trabajo se analiza la influencia en la producción de las praderas del grado de cobertura arbolada y de la distancia al bosque. Para ello se realizaron dos experimentos complementarios en un sector arbolado en la finca experimental de INIA Tamel Aike, en el valle Simpson, comuna de Coyhaique, durante las dos temporadas de crecimiento 2006-07 y 2007-08.

Se seleccionaron 15 parcelas de 20 x 20 m en un gradiente de cobertura de arbolado y 4 sitios de contacto entre pradera y bosque. En cada uno de los 4 sitios se delimitó un transecto de 80 x 10 m (40 m de cada subsistema) dividido en pasillos paralelos a la línea de contacto.

El sector fue pastoreado por vacas desde el mes de diciembre hasta marzo-abril de las temporadas de crecimiento 2006-07 y 2007-08. Se calcularon la producción y el consumo de pasto con medidas de biomasa herbácea dentro y fuera de jaulas móviles (70 x 100 x 50 cm) registradas en varios momentos cada temporada.

Los resultados indican que, a pesar de ser consideradas tierras marginales, áreas con un nivel de cobertura arbolada intermedio presentan valores de producción equivalentes o mayores que las praderas circundantes. Además, la persistencia de especies

---

1 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. Em. laurasj@bio.ucm.es

2 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile. adelpozo@utalca.cl

3 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. galloa@bio.ucm.es

4 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. macasado@bio.ucm.es

5 Centro Regional de Investigación Quilamapu, INIA, Casilla 426, Chillán, Chile. covalle@inia.cl

6 Centro Regional de Investigación Tamel Aike, INIA, Casilla 296, Coyhaique, Chile. helizald@inia.cl

7 Centro Regional de Investigación Tamel Aike, INIA, Casilla 296, Coyhaique, Chile. chepp@inia.cl

8 Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España. demiguel@bio.ucm.es

herbáceas nativas asociadas al bosque de lenga es relevante para la conservación de la biodiversidad. Estos resultados apoyan el establecimiento de sistemas silvopastorales con lenga, una alternativa de uso frente al abandono o eventual desaparición de fragmentos de bosque nativo de la Patagonia.

## TOWARDS SILVOPASTORALISM WITH NATIVE TREES

### SUMMARY

It was studied the effect of Lenga (*Nothofagus pumilio* [Poepp. et Endl.] Krasse) on grasslands from the Patagonian region of Aysén (Chile).

Human-set fires from the beginning of the XX century affected extensive areas of Lenga forest, which is the most abundant native tree species in Patagonia. Nowadays a typical valley in Chilean Patagonia consists of a grassland matrix for livestock production, where some fragments of Lenga forest still remain.

The influence of tree cover density and distance to the forest on grassland production was analyzed through two complementary experiments within a remnant forest in the experimental field INIA Tamel Aike, located in the Simpson valley, Coyhaique commune, during two growing seasons 2006-07 and 2007-08.

There were selected 15 (20 x 20 m) sites within a gradient of tree cover and 4 (80 x10 m) sites in forest/grassland contact areas. Grassland production was calculated from biomass measures inside and outside exclosure cages (70x100x50cm) sampled several times within each season.

Results showed that, though considered marginal areas, Lenga woodlands with intermediate tree cover had equal grassland production values than surrounding treeless grasslands. Moreover, preservation of some native herbaceous species associated to the tree environment may be relevant in terms of biodiversity conservation. These results support the existence of silvopastoral systems with Lenga as an alternative to abandonment or eventual disappearance of forest fragments of Patagonian tree species.

## INTRODUCCIÓN

En la zona intermedia de la región de Aysén, transición entre la zona húmeda costera y la estepa hacia el interior, originalmente dominaban las formaciones de bosque monoespecífico de *Nothofagus* (*Nothofagaceae*), principalmente *N. pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, lenga, y también *N. antarctica* (Forster f.) Oersted, ñirre.

Los grandes incendios a principios del siglo XX determinaron un paisaje mosaico de predios con predominancia de praderas en los fondeos de valle, donde se desarrollan separadamente explotaciones ganaderas o forestales, principalmente plantaciones con variadas especies de coníferas exóticas (Delgado and Bachmann, 2008).

Los bosques primarios se han conservado en las zonas de mayor altitud mientras que en altitudes intermedias aún se encuentra el árbol nativo en forma de pequeñas manchas de bosque o como arbolado disperso.



Vista general del valle Simpson: Los bosques primarios se sitúan en las altitudes más elevadas y las praderas en los fondos de valle donde también se pueden encontrar algunos fragmentos remanentes del bosque original donde podrían establecerse los sistemas de uso silvopastoral con árbol nativo.

El objetivo del trabajo es argumentar científicamente la viabilidad de sistemas silvopastorales con árbol nativo de lenga. Para ello se estudiaron los fragmentos de bosque de altitudes intermedias, donde la presencia de arbolado nativo en la matriz de praderas ganaderas podría evitar los problemas asociados a la deforestación o el abandono ganadero (Manning *et al.*, 2006), además de favorecer la conservación de la biodiversidad al proporcionar un hábitat similar al bosque nativo y permitir la conectividad del mismo (Breshears, 2006).

El trabajo analiza la influencia del arbolado en la producción herbácea, considerando dos gradientes: Uno de cobertura de arbolado y otro de distancia a la línea de contacto entre el bosque y la pradera.

## MATERIAL Y MÉTODO

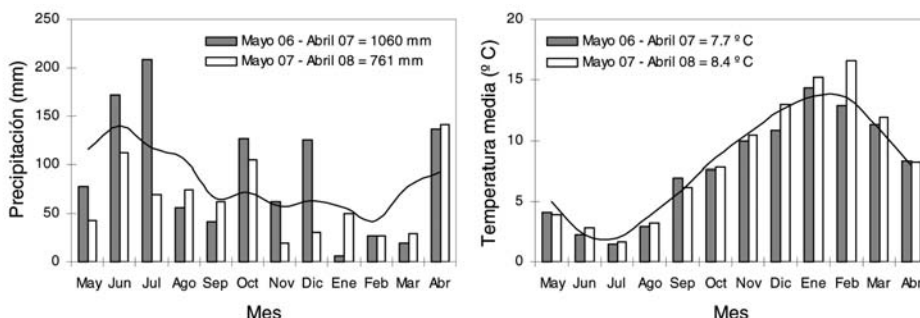
El estudio se desarrolla en la finca experimental de INIA Tamel Aike situada en el valle Simpson, comuna de Coyhaique, en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes en la región de Aysén (44 - 48° S, Chile).

El valle Simpson cuenta con una de las más largas historias de explotación de la región de Aysén. Esta ubicación corresponde a la zona intermedia, transición entre la zona húmeda costera y la estepa hacia el interior; presenta un clima estepario frío, con vientos fuertes, bajas temperaturas y precipitación escasa donde originalmente dominaban los bosques de *Nothofagus*.

El paisaje combina amplias superficies de praderas con manchas dispersas de bosques de lenga (*N. pumilio*) y ñire (*N. antarctica*), así como algunas plantaciones forestales de coníferas exóticas.

La finca experimental contiene un fragmento de bosque de lenga que se ha raleado y pastoreado en verano de forma intermitente desde hace al menos 12 años.

Para este estudio se delimitó un sector de unas 50 ha donde se incorporaron unas 30 vacas desde diciembre hasta marzo, durante dos temporadas de crecimiento que difirieron en condiciones meteorológicas; la primera (2006-07) fue similar a la media climática mientras que la segunda (2007-08) fue más seca y calurosa (Figura N° 1).



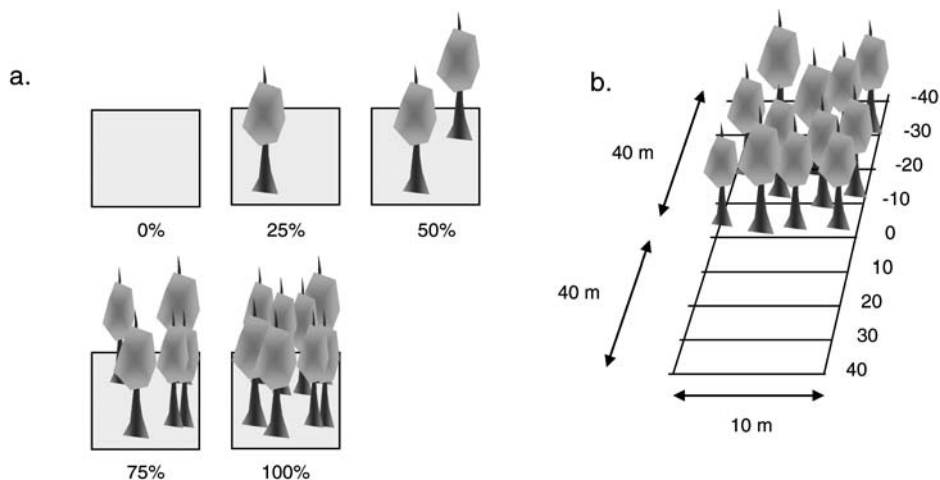
(Fuente: Anuarios climatológicos de la Dirección Meteorológica Nacional. Estación meteorológica del aeropuerto Teniente Vidal, Coyhaique)

**Figura N° 1**  
**VALORES MENSUALES DE LAS DOS TEMPORADAS DE ESTUDIO**  
**(2006-07: BARRAS BLANCAS; 2007-08: GRISES) Y PROMEDIO CLIMÁTICO 1980-**  
**2006 (LÍNEA)**

El trabajo consta de dos experimentos complementarios. Por un lado, se seleccionaron 15 parcelas de 20 x 20 m en un gradiente de cobertura de arbolado, considerando 5 clases de 0, 25, 50, 75 y 100% de cobertura (Figura N° 2a), cada una con 3 réplicas.

Por otro lado, se seleccionaron 4 zonas de contacto entre bosque denso y pradera en cada una de las cuales se delimitó un transecto de 10 m de ancho y 80 m de largo (40 m de bosque y 40 m de pradera). En cada transecto se dispusieron 9 pasillos equidistantes 10 m, paralelos a la línea de contacto entre subsistemas (Figura N° 2b).

En el bosque, se midió la radiación fotosintéticamente activa transmitida a través del dosel usando un ceptómetro de 80 cm de largo (AccuPAR model PAR-80, Decagon Devices INC., USA). Se hicieron 4 medidas por pasillo.



**Figura N° 2**

**DISEÑO EXPERIMENTAL MOSTRANDO LOS DOS EXPERIMENTOS**  
**(a) GRADIENTE DE COBERTURA ARBÓREA: 15 PARCELAS 20 X 20 m (3 RÉPLICAS X 5 CLASES DE COBERTURA) (b) GRADIENTE DE DISTANCIA AL CONTACTO BOSQUE/PRADERA: 4 PARCELAS 80 X 10 m.**

En ambos experimentos se registró la biomasa herbácea aérea a lo largo de las dos temporadas 2006-07 y 2007-08 (desde octubre hasta marzo-abril).

Se instalaron pequeñas jaulas de protección (70 x 100 x 50 cm) que evitan el consumo por grandes y medianos herbívoros en los sitios de muestreo: Una por pasillo paralelo al contacto bosque/pradera, y 2 a 4 en las parcelas de 20 x 20 m (dependiendo de la heterogeneidad de la cobertura arbolada dentro de la parcela).

La biomasa se cortó a nivel del suelo usando una cortadora eléctrica, dentro y fuera de las jaulas. Después de cada muestreo, las jaulas se movieron dentro de la parcela o pasillo para evitar áreas previamente muestreadas. En el laboratorio, se separó una submuestra para analizar la composición florística. Las muestras se secaron 48 h a 60 °C y se calculó su peso seco.

Los valores de biomasa registrados en las jaulas móviles permitieron calcular la producción primaria neta aérea mensual (producción desde el mes anterior,  $PPNi = D_t - F_{t-1}$  siendo  $D_t$  la biomasa dentro de la jaula de exclusión en el tiempo  $t$ , y  $F_{t-1}$  la biomasa fuera de ella en el muestreo anterior) y estimar el consumo mensual por parte del ganado (diferencia de biomasa dentro y fuera de las jaulas móviles en cada tiempo de muestreo).



Los valores anuales de producción primaria neta (PPN) y consumo se calcularon como la suma de los respectivos valores mensuales.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Influencia del Gradiente de Cobertura de Arbolado**

En la Figura N° 3 se muestran sintéticamente los valores de biomasa registrados a lo largo de las dos temporadas estudiadas y su reparto en grupos taxonómicos.

En todas las situaciones, la máxima cantidad de biomasa se registró en los meses de inicio del verano (diciembre-enero). El máximo de producción ocurrió en las coberturas intermedias (25 y 50%), en los dos años de estudio.

Realmente, la producción muestra una relación unimodal positiva con el gradiente de cobertura de arbolado, en ambas temporadas (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010a), señalando que la presencia de arbolado, a un nivel de cobertura inferior a la de un bosque denso, favoreció la producción herbácea respecto a las zonas sin árboles.

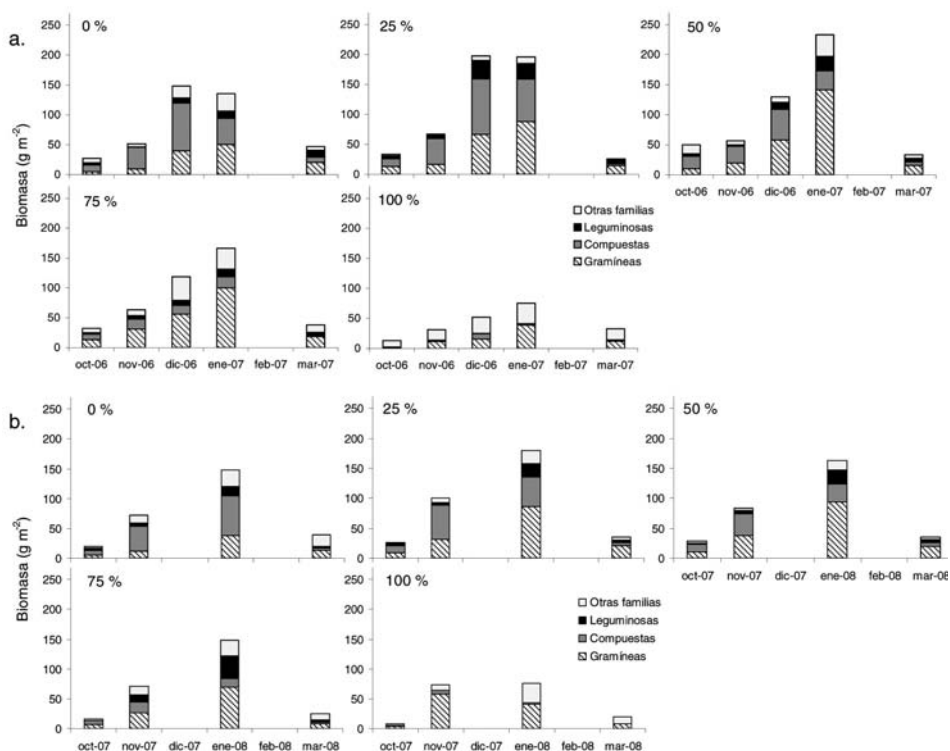


Figura N° 3

**VALORES MEDIOS DE BIOMASA HERBÁCEA Y SU REPARTO EN GRUPOS TAXONÓMICOS POR CLASES EN EL GRADIENTE DE COBERTURA, DESDE LA AUSENCIA TOTAL DE ARBOLADO (0%) HASTA SITUACIONES PRÓXIMAS AL 100% DE COBERTURA, A LO LARGO DE LAS TEMPORADAS 2006-07 (a) Y 2007-08 (b)**

La producción fue menor en el segundo año (prueba t para muestras relacionadas:  $t_{14} = 5,8$ ;  $p < 0,001$ ), lo que podría estar asociado a unas condiciones meteorológicas menos favorables de temperatura y precipitación. La pérdida de producción fue más intensa en las zonas de mayor cobertura que en las áreas sin arbolado, indicando que el efecto neto positivo del arbolado se ve disminuido en condiciones más cálidas y con menores precipitaciones (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010a).

La cantidad de gramíneas no varió significativamente, mientras que las compuestas tendieron a disminuir a medida que aumentó el nivel de cobertura. Excepto en los bosques densos, estas dos familias constituyeron más de la mitad de la biomasa herbácea. *Dactylis glomerata* y *Taraxacum officinale* fueron las especies dominantes, seguidas por la leguminosa *Trifolium repens*. Esta última fue más abundante en las coberturas intermedias que en los extremos del gradiente. Las especies de otras de familias dominaron en los

bosques densos, lo que pone de manifiesto el papel de estas áreas de gran densidad de árboles en la conservación de la biodiversidad. El Cuadro N 1 muestra las especies más frecuentes en la zona de estudio.

**Cuadro N° 1**  
**ESPECIES HERBÁCEAS MÁS FRECUENTES EN LOS MUESTREOS DE BIOMASA**

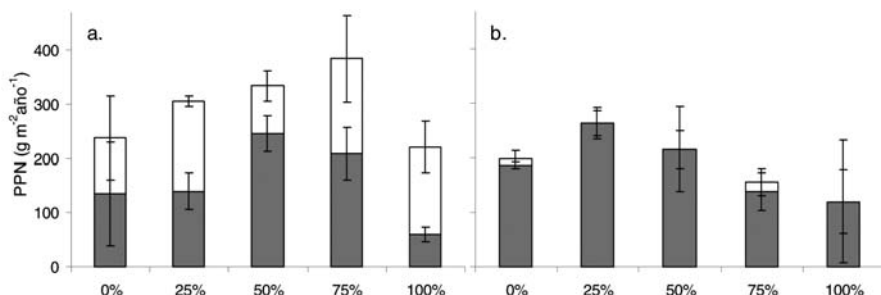
<b>Gramíneas</b>	<b>Otras familias de latifoliadas</b>
<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Acaena ovalifolia</i> Ruiz et Pav. *
<i>Holcus lanatus</i> L.	<i>Acaena pinnatifida</i> Ruiz et Pav. *
<i>Poa pratensis</i> L.	<i>Adenocaulon chilense</i> Less. *
	<i>Cerastium arvense</i> L.
<b>Compuestas</b>	<i>Fragaria chiloensis</i> (L.) Duch. *
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav. *
<i>Hipochoaeris radicata</i> L.	<i>Plantago lanceolata</i> L.
	<i>Osmorhiza chilensis</i> H. et A. *
<b>Leguminosas</b>	<i>Rumex acetosella</i> L.
<i>Trifolium repens</i> L.	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.
	<i>Viola maculata</i> Cav. *

Se señalan con asterisco las especies nativas de la Patagonia (Correa, 1969-1999)

Los análisis bromatológicos del pasto mostraron que, a pesar de la variación de la composición florística, zonas de cobertura intermedia tienen una calidad aceptable con valores medios de proteína, azúcares y fibras (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010a). Estos cambios están asociados fundamentalmente a la variación de la composición química de las especies a causa del microclima generado por el árbol, y no tanto a cambios en la composición florística de la comunidad (Sánchez-Jardón *et al.*, 2010b).

Los valores de consumo al final de cada año mostraron que el ganado consumió tanta o más biomasa en las coberturas intermedias que en praderas abiertas o bosques densos (Figura N° 4).

El primer año la cantidad de biomasa consumida no superó los valores de producción, mientras que el segundo prácticamente la totalidad de la producción fue consumida.



Se señala la cantidad consumida por el ganado (área sombreada).

**Figura N° 4**  
**VALORES MEDIOS DE PRODUCCIÓN (Y ERRORES TÍPICOS) POR CLASES EN EL GRADIENTE DE COBERTURA, DESDE LA AUSENCIA TOTAL DE ARBOLADO (0%) HASTA SITUACIONES PRÓXIMAS AL 100% DE COBERTURA ARBÓREA, EN LAS TEMPORADAS 2006-07 (a) Y 2007-08 (b).**

### Influencia del Gradiente de Distancia al Bosque

Los valores de producción de las parcelas de contacto bosque/pradera mostraron una gran variabilidad entre sitios.

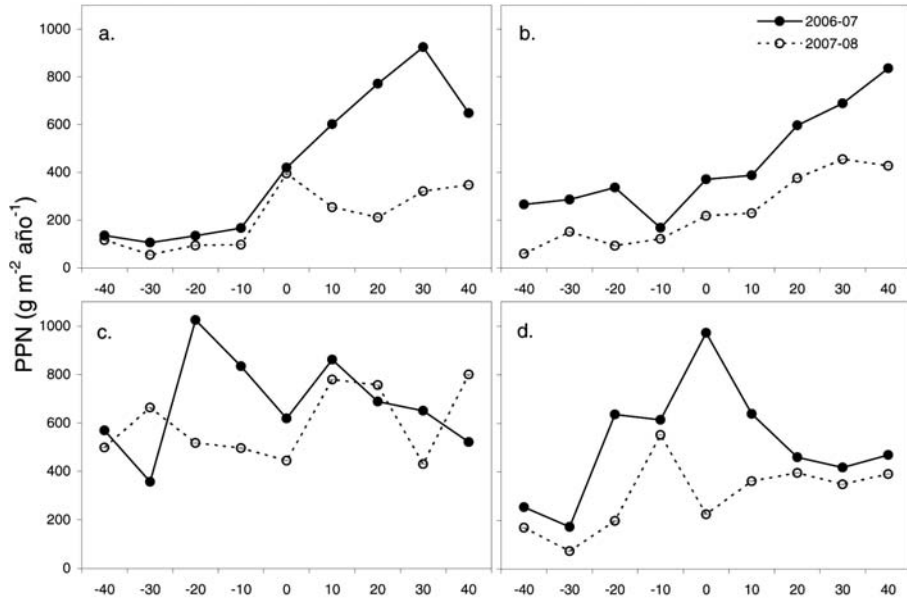
De las 4 parcelas seleccionadas, dos de ellas mostraron una tendencia a aumentar a mayor distancia del bosque que fue consistente entre años (Figura N° 6a y b), mientras que en las otras dos estos valores no estuvieron relacionados con la distancia (Figura N° 6c y d).

Aunque en todas ellas el bosque fue denso, los valores de PAR transmitido revelaron que las parcelas a y b tienen un dosel más denso que deja atravesar menos radiación que las parcelas c y d (Cuadro N° 2).

En general, las praderas abiertas son la fuente principal de alimento del ganado ya que éstas mantienen mayor carga ganadera que las zonas de bosque.

Cuando el dosel permite la entrada de mayor cantidad de radiación, se pueden alcanzar en el bosque valores de producción equivalentes a los de la pradera aledaña.

El segundo año la producción descendió sobre todo en las praderas cercanas a bosques densos (parcelas a y b), manteniéndose valores más constantes en los pasillos de bosque correspondientes, así como en las parcelas con menor cobertura de arbolado (c y d).



**Figura N° 6**  
**VALORES DE PRODUCCIÓN A AMBOS LADOS DEL CONTACTO BOSQUE/ PRADERA, DESDE LA LÍNEA DE CONTACTO (0) HASTA 40 m HACIA EL INTERIOR DEL BOSQUE (-40) Y 40 m HACIA LA PRADERA (40), REGISTRADOS EN LAS 4 PARCELAS (a-d) EN LAS DOS TEMPORADAS DE ESTUDIO (2006-07: LÍNEA CONTINUA; 2007-08: LÍNEA DISCONTINUA)**

**Cuadro N° 2**  
**VALORES MEDIOS (Y ERRORES TÍPICOS) DE LOS VALORES DE PAR TRANSMITIDA EN EL BOSQUE Y DE LA PRODUCCIÓN DE CADA AÑO EN LAS MANCHAS DE BOSQUE O PRADERA DE CADA PARCELA (A-D)**

			a.	b.	c.	d.
PAR (%)			4,5	9,2	39	22,7
PPN ( $\text{g m}^{-2} \text{año}^{-1}$ )	2006-07	Bosque	135,7 (12,5)	263,5 (35,3)	695,9 (146)	419,5 (119)
		Pradera	673,3 (84,5)	575,6 (89,1)	667,6 (55,7)	591,5 (102)
	2007-08	Bosque	103,6 (28,5)	105,6 (19,7)	543,5 (40,1)	248,7 (104)
		Pradera	305,2 (32,9)	340,8 (49,6)	641,9 (83,8)	344,6 (31)

## CONCLUSIONES

Los resultados avalan la implementación de sistemas silvopastorales con arbolado disperso de lenga hasta coberturas del 75%.

Desde el punto exclusivamente productivo, la promoción de un sistema con arbolado disperso no alteraría el potencial productivo de las praderas, ya que se mantienen e incluso se superan los valores de producción.

La presencia de bosque denso muy sombrío disminuye la producción de la pradera en sus proximidades; sin embargo, si entra más radiación a través del dosel, se consiguen valores de producción equivalentes a los de la pradera. Así, fincas ganaderas con manchas de bosque o arbolado disperso podrían cumplir un papel importante en otros aspectos productivos (uso del hábitat por el ganado, recursos complementarios) y naturalísticos (mantenimiento de especies nativas), que justificarían su mantenimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto estuvo financiado por la Fundación Biodiversidad y la Universidad Complutense de Madrid.

Se agradece a INIA Tamel Aike por la posibilidad y las facilidades ofrecidas para utilizar sus instalaciones. Igualmente a Nicolás Romero Sandoval por su inestimable ayuda técnica en la obtención de los datos, y a todo el personal de INIA Tamel Aike por su imprescindible y afectuoso apoyo durante el trabajo de campo.

## REFERENCIAS

**Breshears, D. D., 2006.** The grassland–forest continuum: trends in ecosystem properties for woody plant mosaics? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4, 96-104.

**Correa, M. N., 1969-1999.** Flora Patagónica. Colección Científica del INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.

**Delgado, L. E. and Bachmann, P., 2008.** Socio-economy of the Aysén area. In: Neves, R., Baretta, J.W., Mateus, M. (Eds.), *Perspectives on integrated coastal zone management in South America*, Lisboa, pp. 357-364.

**Manning, A. D., Fischer, J. and Lindenmayer, D. B., 2006.** Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. *Biological Conservation* 132, 311-321.

**Sánchez-Jardón, L., Acosta, B., del Pozo, A., Casado, M. A., Ovalle, C., Elizalde, H. F., Hepp, C., and de Miguel, J. M., 2010a.** Grassland productivity and diversity on a tree cover gradient in *Nothofagus pumilio* in NW Patagonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137, 213-218.

**Sánchez-Jardón, L., Acosta, B., Elizalde, H. F., del Pozo, A., Casado, M. A., Ovalle, C., Hepp, C., and de Miguel, J. M., 2010b.** Floristic composition and herbage quality changes with tree cover in NW Patagonia, Chile. In: Schnyder, H., Isselstein, J., Taube, F., Auerswald, K., Schellberg, J., Wachendorf, M.,





---

# ADAPTACIÓN DE ESPECIES DE BAMBÚ DE CLIMA TEMPLADO EN CHILE

Marlene González <sup>1</sup>, Jorge Campos y Jorge Cabrera

## RESUMEN

Los bambúes pertenecen a la familia *Poaceae*, sub familia *Bambusoideae*, tribu *Bambusaceae*. Existen unos 70 géneros y unas 1.450 especies que se distribuyen naturalmente en el este de Asia, el oeste de India y los Himalayas, el norte de Australia, África sub sahariana y América, abarcando una variedad de climas, desde zonas frías de montañas y zonas cálidas tropicales, entre los 50° LN y los 47° LS. Algunas de sus especies están entre las plantas de más rápido crecimiento en el mundo.

Los bambúes son especies multipropósito, que pueden generar una gran variedad de productos, como materiales de construcción, pulpa y papel, tableros, energía, medicinas, alimentos, ornamentación y muchos otros. Numerosos países en el mundo los cultivan intensamente para diferentes productos y en rotaciones muy reducidas. Como ejemplo, China dispone de unos 6 millones de hectáreas de plantaciones, India desarrolla un ambicioso plan para llegar en los próximos años a 2 millones de hectáreas y Brasil posee ya 200 mil hectáreas.

En Chile, existen 13 especies de bambúes nativos, todas pertenecientes al género *Chusquea*, que se caracterizan por ser sólidos, de pequeño diámetro y baja altura. Las más conocidas son colihue (*Chusquea culeou*) y quila (*Chusquea quila*). No existe mayor información en el país sobre bambúes, solo se han hecho algunos estudios para colihue y quila referentes a tableros ornamentales, carbón y derivados, y en cuanto a especies exóticas existe un bambucetum en Valdivia, y algunas plantaciones en Talagante y en la Isla de Pascua.

La multiplicidad de usos, el rápido crecimiento y la reducida rotación de estas especies motivaron al Instituto Forestal a desarrollar un proyecto de investigación, apoyado por FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de CONICYT), orientado a probar en el país la adaptación y crecimiento de una selección de especies exóticas de bambúes a importar desde China, Ecuador y otros países.

Mediante comparación climática entre lugares de origen y diferentes zonas del país, y considerando crecimiento y potencial productivo, se seleccionó un total de 28 especies a introducir experimentalmente y en el año 2008 se establecieron 12 ensayos entre las regiones Metropolitana y Los Lagos. En el presente trabajo se entregan resultados preliminares obtenidos en estos ensayos.

**Palabras clave:** *Bambusaceae*, bambú, introducción de especies

<sup>1</sup> Instituto Forestal, Sede Metropolitana, Santiago, Chile. [Marlene.gonzalez@infor.cl](mailto:Marlene.gonzalez@infor.cl)

## SUMMARY

Bamboos belong to the *Poaceae* family, *Bambusoideae* sub family and *Bambusaceae* tribe. There are some 70 genera and 1,450 species and the natural distribution is Eastern Asia, Western India and the Himalayas, Northern Australia, sub Saharan Africa and America, through a variety of site conditions from cold mountains to hot tropical zones, between 50° NL and 47° SL. Some of the bamboos species are within the faster growing plants in the world.

Bamboos are multipurpose species that can offer a number of products, such as building materials, pulp and paper, boards, energy, medicines, animal and human foods, landscape and many others. Several countries cultivate them intensively for different products in short rotations. For instance, China has 6 million hectares of Bamboo plantations, India is right now developing an ambitious program to have some 2 million hectares by the next few years, and Brazil already has 200 thousand hectares.

In Chile, there are 13 species of native bamboos, all them belonging to the *Chusquea* genus, characterized for being solid, with a short diameter and a reduced height. Best known are Colihue (*Chusquea culeou*) and Quila (*Chusquea quila*). There is very short information on bamboos in the country, only some studies related to ornamental boards, charcoal and derivatives with Colihue and Quila, and regarding to exotic species there is a *Bambucetum* in Valdivia and some small area plantations in Talagante, near Santiago, and in Eastern Island.

The wide variety of uses, the fast growth and the short rotation of these species motivated the Chilean Forestry Institute to carry out a research project, under the FONDEF support (Scientific and Technologic Developing Promotion Fund of CONICYT), in order to try in the country the adaptation and growing of a selected number of Bamboo species to be imported from China, Ecuador and other countries.

Through climate matching between provenance regions and different areas of the country and considering potential growth and productivity, a total of 28 species were selected for experimental introduction, and during 2008 a set of 12 trials were established between the Metropolitana and Los Lagos regions. The present paper shows preliminary results from those trials.

**Key words:** *Bambusaceae*, bamboo, species introduction

## INTRODUCCIÓN

En el mundo hay una gama muy importante de Productos Forestales No Madereros (PFNM), entre los que se encuentran aquellos generados por los bambúes, especies gramíneas que presentan las más altas tasas de crecimiento dentro de las especies vegetales y permiten su utilización en más de 1.500 productos diferentes. El bambú y el ratán en conjunto, representan en el mundo un comercio de US\$14 billones/año y dan trabajo a miles de personas (INBAR, 2010).

El bambú se ha empleado desde siempre, sin embargo más recientemente, ante la carencia de fibras naturales y productos leñosos para la producción de pulpa y papel, y la fabricación de muebles y elementos para la construcción, ha sido revalorizado por los países productores, modificando su empleo como materia prima de uso casi exclusivamente artesanal, hacia la generación de productos industriales, a través del mejoramiento y aplicación de tecnologías.

De igual manera, se han incrementado las plantaciones de las mejores especies de bambú, particularmente en los países con tradición en este rubro; por ejemplo China tiene cerca de 6 millones de hectáreas plantadas, Brasil alcanza a 200.000 ha, e India ha desarrollado recientemente un plan para contar con 2 millones de hectáreas plantadas, a fines del año 2017. Actualmente también existen plantaciones en Europa y en el norte de Estados Unidos, pero de menores extensiones y con un fin más bien ornamental.

Existen aproximadamente 1.350 especies de bambúes (Hidalgo, 2003), un grupo de los cuales se desarrolla en climas templados, soportando temperaturas de hasta -18° C. Tienen importantes usos, como brotes comestibles para humanos, hojas palatables para animales, madera, fibra para producción de pulpa y papel, fibra para producción de textiles, protección de taludes y riberas de ríos, artesanías, muebles, elementos para la construcción y muchos otros usos, entre ellos los ambientales.

La distribución natural de los bambúes se concentra en Asia y América, y se ha demostrado científicamente que aún cuando son continentes separados físicamente, sus especies están relacionadas (Oprins *et al.*, 2002). Abarcan desde los 46° de latitud norte hasta aproximadamente los 47° de latitud sur y desde el nivel del mar hasta los 4.000 m de altitud en los Andes Ecuatoriales, lo que demuestra su gran adaptabilidad a diferentes condiciones de clima y suelos (Botero, 2006).

Gratani *et al.* (2008) señalan que su distribución natural comprende el este de Asia desde los 50° LN, el norte de Australia, el oeste de India y los Himalayas, África subsahariana y también América, desde el sureste de los Estados Unidos hasta el sur de Argentina y Brasil hasta los 47° LS.

Los bambúes pertenecen a la familia *Poaceae*, sub familia *Bamusoideae*, tribu *Bambusaceae*, la cual se subdivide en 9 sub tribus. Gratani *et al.* (2008) indican que existen más de 70 géneros y unas 1450 especies en estos, y Farrelly (1984) señala que se encuentran entre las plantas de más rápido crecimiento en el mundo, habiéndose registrado para algunas especies incrementos de 1 m y más por día.

En su distribución natural destacan varios géneros, entre ellos *Phyllostachys* y *Semiarundinaria*, que alcanzan entre 4 y 15 metros de altura y presentan variados colores y mezclas de ellos en sus culmos (nombre que reciben sus tallos), desde amarillos, pasando por una variada gama de verdes, hasta totalmente negro; en zonas más tropicales se encuentran los géneros *Bambusa* y *Dendrocalamus*, donde algunas de sus especies alcanzan hasta 30 m de altura. En China y Japón también se desarrollan especies de menor tamaño como *Pseudosasa*, *Pleioblastus*, *Sasa* y *Arundinaria*; en zonas montañosas y frías en China, es posible observar los géneros *Fargesia*, *Thamnocalamus* y *Yushania* (Oprins *et al.*, 2002). En América existen 45 géneros y 515 especies, que se distribuyen desde los Estados Unidos, a lo largo y ancho de Centro y Sudamérica, en las Islas del Caribe, hasta el sur de Chile, destacando los géneros *Arthrostylidium*, *Guadua* y *Rhipidicladum* (Botero, 2006).

La estructura de sus culmos, funciona como un muy efectivo sistema de transporte, almacenamiento y crecimiento y es precisamente la base para los distintos usos que se da a estas especies (Oprins *et al.*, 2002), ya que las propiedades mecánicas y de trabajabilidad están dadas por su estructura anatómica (diámetro y largo de fibra, grosor de pared de la fibra, entre otros factores) (Botero, 2006).

Existe una serie de técnicas disponibles para la propagación de bambú, incluyendo varios métodos clásicos, como por semillas, esquejes y división del rizoma, pero cada uno de ellos es aplicable sólo a determinadas especies, y no todos son adecuados para la propagación a gran escala. En el último tiempo, también se ha trabajado con micropropagación, técnica con la que se han conseguido mejores resultados que con las técnicas tradicionales (Oprins *et al.*, 2002).

La situación en los distintos países de América Latina, en lo que respecta a la investigación y empleo productivo de los bambúes (tanto locales como introducidos), es desigual, e incluso en muchos de ellos se aprecia una destrucción progresiva de este recurso, por explotación indiscriminada o habilitación de terrenos para agricultura, ganadería o forestación (Botero, 2006). Sin embargo, se ha observado un interés creciente en la plantación y cultivo de diferentes especies de bambúes para contribuir a la generación de materia prima sustitutiva de la madera (INBAR, 2010).

Los bambúes no reemplazan a las especies leñosas, para las cuales la tecnología de procesamiento está muy desarrollada, por el contrario, se ha demostrado que la producción de bambú puede ser complementaria a las plantaciones forestales existentes, agregando nuevos productos. Adicionalmente, es importante indicar que un alto porcentaje de la infraestructura existente para procesar especies leñosas puede ser utilizada de igual manera o adaptada para el procesamiento de bambúes lignificados, como es el caso de la industria de pulpa y papel, tableros encolados, tableros aglomerados, chapas y muebles, principalmente.

Chile es un país forestal, cuenta con más de 13 millones de hectáreas de bosques nativos y más de 2 millones de hectáreas de plantaciones forestales, además de un fuerte desarrollo industrial basado en estas últimas. Sin embargo, las plantaciones forestales son en la actualidad fundamentalmente de pino radiata (*Pinus radiata*), unos 1,4 millones

de hectáreas, y eucalipto (*Eucalyptus globulus* y *Eucalytus nitens*), unos 0,7 millones de hectáreas, de modo que todo el desarrollo alcanzado se basa muy mayoritariamente en dos o tres especies, dado que los bosques nativos tienen una participación muy marginal en la corta anual de madera para fines industriales (INFOR, 2010). Aún así, existen importantes superficies de suelos de aptitud forestal que pueden incorporarse a la actividad productiva con nuevos cultivos exóticos o nativos, pero para ello se requiere profundizar los conocimientos y orientar las acciones para lograr su ordenación bajo los criterios de sostenibilidad, independiente del uso que se esté fomentando. En este contexto es deseable la diversificación de las especies forestales plantadas para la producción de fibra, madera y también la de productos forestales no madereros (PFNM) (Campos et al., 2003), de manera de lograr un aprovechamiento de los recursos con la máxima eficiencia privada y social.

Adicionalmente, y considerando las evidencias de modificaciones futuras del clima a nivel mundial, se reafirma la hipótesis de disponer de una gama más amplia de especies que puedan prosperar en condiciones diferentes y de borde, sustituyendo o complementando a las especies vegetales actuales, que podrían verse afectadas negativamente por las variaciones climáticas que se prevén; mayores temperaturas y cambios en los regímenes pluviométricos.

El disponer de otras especies de uso industrial, que tienen un amplio grado de dispersión climática, es favorable frente a contingencias de este tipo, particularmente cuando se trata de un recurso complementario, que no sustituye a otros y que, por el contrario, amplía la gama de opciones productivas. Adicionalmente, el bambú es uno de los mejores protectores de suelos y es muy adecuado para plantar en quebradas y bordes de cursos de agua, cumpliendo el doble papel de protector y productor, especialmente por su sistema de rizomas y raíces y por su constante generación de brotes y culmos (Rao, 1995).

En Chile, el Instituto Forestal (INFOR) ha colaborado en proyectos referentes a bambúes autóctonos, desarrollados inicialmente por INTEC-CHILE y posteriormente por Fundación Chile en conjunto con la Universidad Austral y un grupo de empresarios, para lo que se ha contado con el apoyo y financiamiento de FONDEF-CONICYT.

En Chile, existen 13 especies de bambúes nativos, todas pertenecientes al género *Chusquea*, que se caracterizan por ser sólidos, de pequeño diámetro y baja altura. Se ha trabajado en proyectos para su utilización, referentes a tableros ornamentales, carbón y derivados, y otro relacionado con transferencia tecnológica, cuyo resultado principal contemplaba la formación de una central de acopio de coligüe (*Chusquea culeou*).

No se había estudiado la posibilidad de adaptar especies exóticas, de las mejores especies de bambú con fines industriales, a las condiciones agroclimáticas de Chile. Solo hay pequeñas muestras de adaptación de algunas especies de bambú que fueron traídas a Chile básicamente con fines ornamentales. Ejemplos de esto son el *Bambucetum* de la Universidad Austral (Región de Los Ríos) y las plantaciones con *Phyllostachys heterocycla*, instaladas por un particular en las cercanías de Talagante, en la Región Metropolitana.

En este marco, se desarrolló el proyecto “Adaptación de especies de bambú de clima templado en Chile”, coordinado por INFOR y que además contó con la participación de MOST (Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Popular China), AGCI (Agencia de Cooperación Internacional del Gobierno de Chile), CONAF (Corporación Nacional Forestal), empresas y propietarios particulares, además de otras instituciones.

El objetivo planteado fue evaluar la adaptabilidad y crecimiento de 28 especies exóticas de bambú de clima templado entre las Regiones Metropolitana y Aysén, además de Isla de Pascua, a través del establecimiento de plantaciones experimentales, apuntando a encontrar nuevas alternativas productivas y a futuro conocer su manejo, industrialización, utilización y comercio, lo que podría generar importantes impactos económicos y sociales al aportar a la sociedad opciones de desarrollo productivo y social en armonía con el medio.

Asimismo, la adaptación y plantación industrial de algunas especies de bambú podría constituir una nueva fuente de ingresos para los agricultores, tanto por poder entregar al mercado materias primas de carácter industrial (por ejemplo principios activos para la medicina y agricultura), como por su utilización directa en el campo (en construcción, tutores, cercos, elementos para la fabricación de muebles, brotes comestibles y otros productos).

Debe considerarse también la generación de nuevas fuentes de trabajo, protección del suelo y medioambiente y la sustitución de importaciones. Se podría por ejemplo utilizar superficies pequeñas para la generación de productos complementarios en terrenos de pequeños productores agrícolas y forestales.

Las oportunidades de generar nuevos productos en períodos más cortos, con cosechas anuales, constituiría una ventaja para campesinos y agricultores, de manera de permitir obtener ingresos anuales, a diferencia de los plazos conocidos para los cultivos forestales más tradicionales, que exigen rotaciones más largas, respondiendo así a los principios establecidos a nivel de país, frente a lograr el desarrollo de la Agricultura Familiar Campesina (AFC).

Existe bastante investigación a nivel mundial acerca de las características de las especies, en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas, tecnología de uso, comercialización y otras variables. Además, es importante indicar que no existen en el país especies que tengan la potencialidad de generación de biomasa a las altas tasas de crecimiento que presentan algunos de los bambúes a adaptar. Tampoco existe la materia prima bambú de las características de los bambúes exóticos, como los que eventualmente se importan, de grandes diámetros y longitudes, desde Ecuador y Colombia, para su uso en proyectos decorativos en construcciones.

Hay que considerar también que una misma planta puede ser considerada multipropósito, ya que las diferentes partes de estas especies permiten ser usadas en diferentes usos maximizando así su utilidad y rendimiento. Es así como las dos primeras trozas de un culmo son aptas para la producción de madera para tableros, parquet y muebles, las siguientes para la producción de pulpa y papel, las siguientes para textiles,

las siguientes para tutores, las ramas y hojas para forraje y los rizomas para artesanías. En algunas especies incluso sus brotes son consumidos como alimento.

## OBJETIVOS

Mediante una adecuada selección de especies, basada en sus características específicas y en las condiciones agroclimáticas de origen y destino, podría identificarse las más apropiadas para la creación de nuevos recursos en distintas regiones del país. Todo ello a través de un diseño de investigación basado en el establecimiento de parcelas experimentales para la evaluación de supervivencia y crecimiento de diferentes especies.

El objetivo general es probar la adaptación de especies exóticas de bambú de climas templados para uso industrial en diferentes regiones agroclimáticas de Chile.

Los objetivos específicos son seleccionar diferentes condiciones agroclimáticas en el país y establecer en ellos ensayos de adaptación de especies de bambú mediante parcelas de crecimiento que serán periódicamente controladas.

## MATERIAL Y METODO

### Distribución de los Ensayos

Para determinar la adaptación de las especies, se planteó probarlas en diferentes zonas del país, abarcando desde la Región Metropolitana hasta la Región de Aysén, incluyendo además la Isla de Pascua, dado que corresponde al único lugar del país donde ya existen plantaciones de bambú (*Bambusa vulgaris*) como barreras de protección para cultivos agrícolas (Figura N° 1).



Figura N° 1

### PLANTACIONES DE BANANOS Y PAPAYOS PROTEGIDAS POR CORTINA CORTAVIENTO DE *Bambusa vulgaris* ISLA DE PASCUA

El proyecto se plantea establecer parcelas experimentales en zonas de cordillera y costa en diferentes latitudes, de manera de representar diferentes regiones agroclimáticas. Se espera inicialmente cubrir un total de 12 zonas agroclimáticas (Cuadro N° 1), distribuidas en 15 sectores, en cada uno de los cuales se instalarán 12 parcelas; 11 con especies exóticas más un testigo de especie nativa.

**Cuadro N° 1**  
**ZONAS AGROCLIMÁTICAS A CUBRIR**

<b>ZONAS AGROCLIMÁTICAS</b>	
Santiago	Valdivia
Talca	Osorno
Chillán	Puerto Montt
Concepción	Chiloé
Victoria	Patagonia
Temuco	Islas

La selección de los sitios para los ensayos dentro de las distintas zonas agroclimáticas fue realizada considerando las características climáticas, los antecedentes bibliográficos de las especies y consultas a expertos, tanto nacionales como extranjeros.

En base a la revisión de las características agroclimáticas de las regiones centrales y sur del país, finalmente se definieron 10 zonas agroclimáticas de interés, dentro de las cuales se distribuyeron 15 sectores para la instalación de los ensayos (Cuadro N° 2 y Figura N° 2).

**Cuadro N° 2**  
**SITIOS DE ENSAYO SEGÚN ZONAS AGROCLIMÁTICAS**

<b>ZONAS AGROCLIMÁTICAS</b>	<b>SITIOS DE ENSAYOS</b>		
Santiago	1. Talagante		
Talca	2. Curicó		
Concepción	3. Cañete		
Temuco	4. Villarrica		
Victoria	5. Toltén		
Valdivia	6. Panguipulli	7. Valdivia	8. Neltume
Puerto Montt	9. Puerto Varas	10. Calbuco	
Chiloé	11. Castro	12. Chonchi	
Patagonia	13. Aysén		
Islas	14. y 15. Isla de Pascua		



Se decidió no incluir las zonas agroclimáticas Chillán y Osorno de la preselección original, ya que no presentan grandes diferencias respecto de zonas como Talca y Puerto Montt, respectivamente.

Además de las variables climáticas; temperaturas, precipitación, número de días con helada, y otras, se traslapó esta información con la entregada por el programa computacional *Bamboo Species-to-Site Matching* diseñado por INBAR.



**Figura N° 2**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS ENSAYOS**  
**REGIONES METROPOLITANA A LOS LAGOS**

Se efectuaron recorridos por los sitios preseleccionados con expertos invitados por el proyecto, quienes entregaron mucha información de interés a los propietarios respecto a los cuidados iniciales de las plantaciones y los mejores sitios dentro de cada predio, de manera de asegurar mejores resultados, evitando zonas inundables, suelos particularmente pobres y otras situaciones de riesgo para los ensayos (Figura N° 3).



**Figura N° 3**  
**EXPERTOS CHINOS EN VISITA A PREDIOS DE ASOCIADOS AL PROYECTO**

### **Selección de Especies**

La investigación y el desarrollo de tecnologías para las *Bambusaceas* presentan un importante avance a nivel mundial, por ello la mayor parte de las especies más conocidas ha sido probada en distintas regiones del mundo. Existe también claridad respecto a los usos principales de cada una de ellas, antecedentes que fueron considerados al momento de la elección de las especies a ensayar en Chile, conjuntamente con las características de clima de cada zona.

Se decidió trabajar con un total de 28 especies de *Bambusaceas* exóticas, que serían importadas desde distintas regiones del mundo; Asia, Europa y América del Sur, de acuerdo a la disponibilidad de cada una de ellas. Además, se consideraron dos especies chilenas que actuarían como testigo en los ensayos: *Chusquea culeou* (coligüe) en la Zona Sur y *Chusquea cumingii* (quila del norte) en la zona Centro Sur, las que serían producidas en viveros de las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, respectivamente.

La preselección de las 28 especies posibles de adaptar se efectuó de acuerdo a sus características de crecimiento y a las condiciones ambientales en sus lugares de origen, consultándose una cantidad de fuentes de información, las principales de las cuales son las siguientes:

- Red de Trabajo Internacional para Bambú y Ratán INBAR<sup>2</sup> (por su sigla en inglés).

Software especializado de INBAR "*Bamboo species – to – Site Matching*". Este software permite identificar las especies aptas para diferentes regiones climáticas del mundo y entrega información de cada especie en cuanto a distribución actual y potencial, requerimientos agroclimáticos, temperaturas, usos, además de otras variables de interés (Figura N° 4).

Es una primera aproximación a las especies posibles de cultivar, pero que

---

<sup>2</sup> International Network for Bamboo and Ratán [www.inbar.int](http://www.inbar.int)

debe ser revisada con especialistas que puedan señalar particularidades de las especies y su silvicultura.

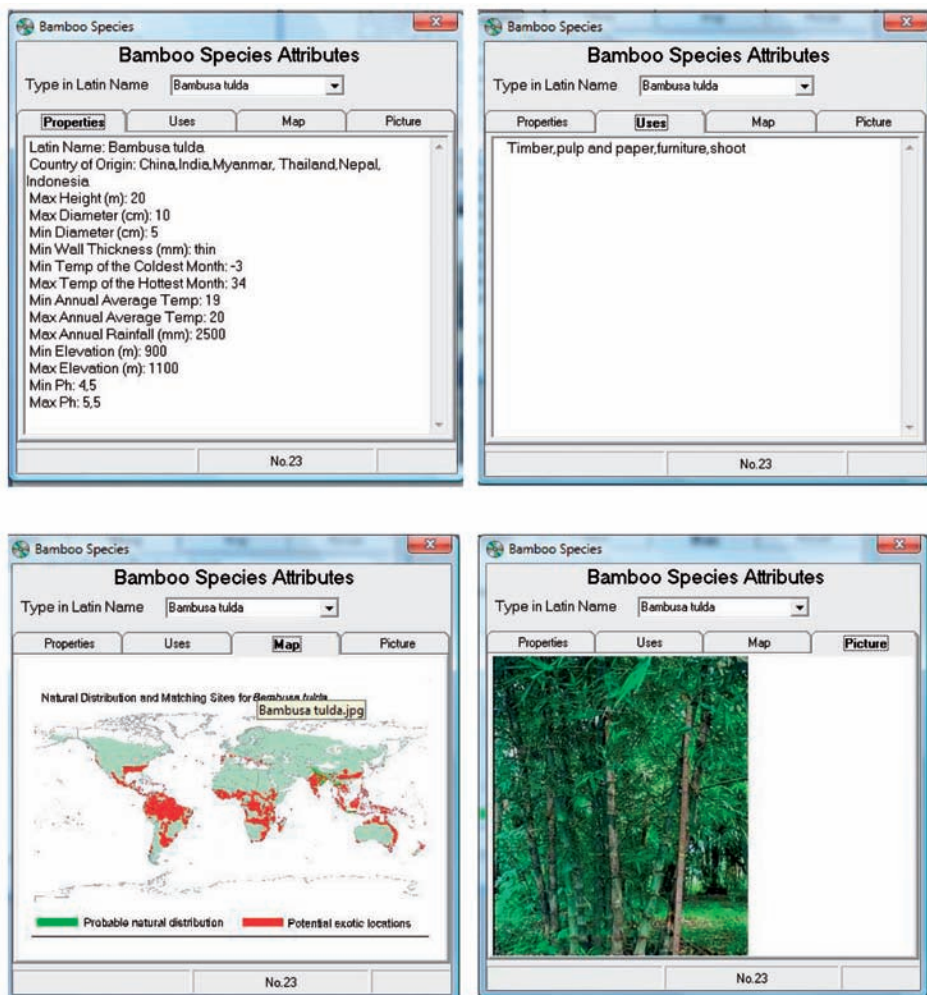
- Revisión del listado de las 20 especies seleccionadas como las mejores en el mundo por INBAR (INBAR, 2007). Esta información se actualiza en forma permanente, de acuerdo a los resultados registrados en distintas investigaciones realizadas en el mundo.
- Bibliografía con las características de las especies de mayor tamaño que crecen en clima templado (Villegas, 1996; Singh et al., 2004; Dransfield et al., 1995, entre las principales).
- Consultas a especialistas en silvicultura de bambú de INBAR, entre ellos:

Álvaro Cabrera, Consultor de FAO, que trabaja para INBAR en la Oficina para América Latina en Guayaquil.

Profesor Zhu Zhaohua, experto chino en materia de introducción de especies de bambú y sus usos, así como también en las técnicas de reproducción de las mismas; integrante del grupo de asesores de la oficina de INBAR en Beijing.

Los principales parámetros considerados para la selección de las especies fueron las siguientes:

Rangos de precipitación  
Tolerancia de la especie a períodos secos  
Rango de temperaturas máximas y mínimas  
Tolerancia al frío y a heladas  
Diámetros máximos que alcanza la especie en su lugar de origen  
Alturas máximas que alcanza la especie en su lugar de origen  
Usos principales



**Figura N° 4**  
**EJEMPLO DE INFORMACIÓN ENTREGADA POR SOFTWARE DE INBAR**  
**PARA LA ESPECIE *Bambusa tulda*.**

Con toda esta información, fue posible definir un primer listado de especies a ensayar (Cuadro N° 3), que comprende 28 especies pertenecientes a 8 géneros.

**Cuadro N° 3**  
**ESPECIES PRESELECCIONADAS PARA ENSAYOS**

	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Uso principal</b>
1	<i>Bambusa balcooa</i>	Giant bamboo	Uso múltiple, muebles
2	<i>Bambusa bambos</i>	Giant thorny	Fibras, brotes
3	<i>Bambusa blumeana</i>	Thorny branch bamboo	Usos múltiples
4	<i>Bambusa polymorpha</i>	Thai Bamboo	Brotes
5	<i>Bambusa textilis</i>	Weavers bamboo	Fibras, tejer, brote
6	<i>Bambusa tulda</i>	Indian timber bamboo	Construcción
7	<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambú común	Fibras, Pulpa papel
8	<i>Cephalostachyum pergracile</i>	Mnianmar bamboo	Uso múltiple
9	<i>Dendrocalamus asper</i>	Phillipines bamboo	Madera
10	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Giant bamboo	Construcción
11	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	Great flower bamboo	Multiuso
12	<i>Dendrocalamus strictus</i>	Bambú macho	Multiuso
13	<i>Gigantochloa apus</i>	Bambú Tali	Brotes, Construcción
14	<i>Gigantochloa levis</i>	Brunei bamboo	Brotes, Construcción
15	<i>Giganochloa sp</i>	Falsa arundina	Brotes, Múltiple
16	<i>Guadua angustifolia</i>	Caña Guadua	Construcción, múltiple
17	<i>Guadua chacoensis</i>	Guadua	Construcción, múltiple
18	<i>Melocanna baccifera</i>	Basso bamboo	Multiuso
19	<i>Ochlandra spp</i>	Reed bamboo	Multiuso
20	<i>Phyllostachys atrovaginata</i>	Incense bamboo	Humedales, brotes
21	<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambú dorado	Multiuso, brotes
22	<i>Phyllostachys bambusoides</i>	Castillonis, Matake	Multiuso, brotes
23	<i>Phyllostachys heteroclada</i>	Water bamboo	Humedales
21	<i>Phyllostachys nidularia</i>	Water bamboo	Humedales
25	<i>Phyllostachys pubescens</i>	Bambú chino, mosso	Multiuso, brotes
26	<i>Phyllostachys viridis</i>	Viridis bamboo	Multiuso
27	<i>Phyllostachys glauca</i>	Bambú blanco	Multiuso, brote
28	<i>Phyllostachys heterocycla</i>	Bambú rayado	Multiuso, brotes

Existe cierta preocupación respecto que los bambúes pueden ser invasivos, la cual surge principalmente de la jardinería, donde la invasión se produce en metros y con especies ornamentales, pero en general la mayor parte de los bambúes no tienen esta característica invasiva, de hecho la gran parte de los bambúes en el mundo están en franca regresión.

Las especies comerciales se reproducen mayormente por rizomas y es fácil ponerles un límite si fuera necesario mediante una zanja de 40 cm o bien una lata, pero normalmente no se hace, ya que al cosechar se controla su regeneración.

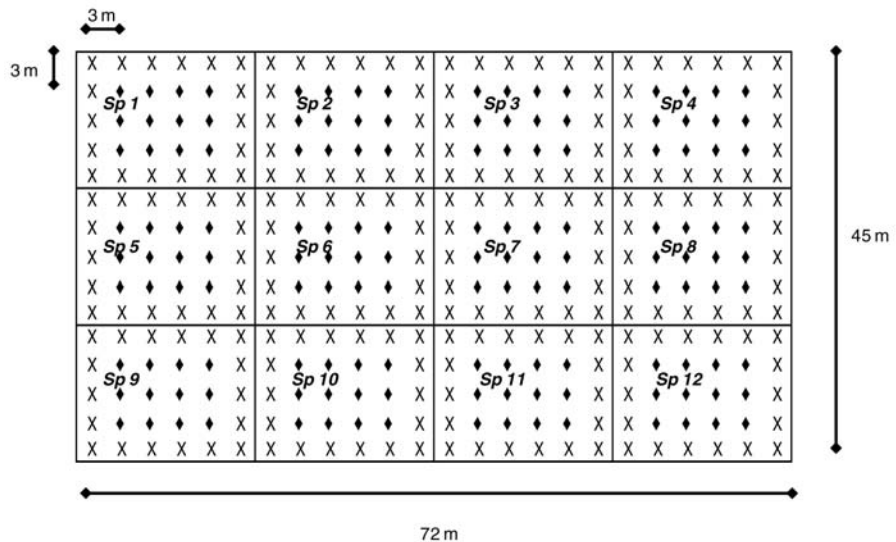
Los bambúes se reproducen por semillas en períodos muy largos y además éstas tienen baja viabilidad (normalmente uno o dos años), a diferencia de las especies invasoras, como por ejemplo el *Ulex europea* que además de producir semillas profusamente todos los años, estas tienen una viabilidad de unos 50 años.

Una especie diferente y excepcional es el caso de la quila chilena, que es uno de los pocos bambúes en el mundo que se ramifica y puede trepar por árboles, hasta 20 - 30 m, cosa que ocurre en terrenos que han sido sobreexplotados o quemados.

### **Diseño Experimental**

Se contempló un diseño experimental simple, de parcelas al azar, de 6 x 5 plantas, espaciadas a 3 x 3 m, dejando una fila de aislación en todas direcciones, de modo que la parcela central de control es de 12 plantas (Figura N° 5).

Dadas las limitaciones previstas para la obtención de material de propagación, se optó por no considerar repeticiones, en consecuencia cada especie en un ensayo estará representada por una parcela de 30 plantas, de las cuales 12 constituirán la parcela central de control.



**Figura N° 5**  
**DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se emplearán plantas en maceta de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura, preparación de suelos en casillas de 40 x 40 x 40 cm, control de malezas y fertilización específicas para cada ensayo, cerco perimetral permanente y protección individual de las plantas contra lagomorfos en caso necesario.

Las mediciones de control consideran supervivencia (%), diámetro a 10 cm de altura (cm), altura total (m) y estado sanitario (coloración, presencia de patógenos). Las mediciones serán trimestrales el primer año y posteriormente semestrales.

### Importación del Material de Propagación

La obtención de material de propagación para las 28 especies se visualizaba como un factor crítico desde la formulación del proyecto, dada la necesidad de internar al país plantas o material para propagación vegetativa y no semillas, para lo cual es necesario ubicar proveedores confiables para cada origen y satisfacer una serie de exigencias y condiciones de la autoridad fitosanitaria, en origen y en destino.

Dados los procedimientos para la obtención del material vegetal necesario y las exigencias y plazos estimados para las diferentes especies y orígenes, analizados en reuniones de coordinación con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), se optó por trabajar en forma diferenciada con 3 orígenes; Ecuador, Bélgica y China.



Lamentablemente las dificultades previstas se hicieron realidad y después de un largo proceso y tramitación, y de errores en origen que provocaron la pérdida de algunos envíos por no cumplir cabalmente con las exigencias sanitarias, se pudo obtener plantas de 30 especies, variedades y formas, solo de los géneros *Bambusa* y *Phyllostachys* y en general en cantidades menores a las requeridas originalmente.

De Ecuador se obtuvo un total de diez especies y variedades del género *Bambusa* y de China 20 especies, variedades y formas del género *Phyllostachys*, y la importación desde Bélgica fue descartada finalmente, dadas todas las dificultades y retrasos ya sufridos por el proyecto (Cuadros N° 4 y N° 5).

Dos especies de Ecuador fueron recibidas tardíamente y no se las pudo incluir en los ensayos, y todas las especies importadas de China, además de ser recibidas tardíamente, debieron ser puestas en cuarentena por un período de doce meses.

Esto obligó a replantear los ensayos incluyendo en ellos sólo 8 especies del género *Bambusa* y una local usada como control (*Chusquea culeou*). El material restante, 22 especies, variedades y formas, se mantiene en reserva, cuidados y mantención en el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar. Veinte de estas especies bajo cuarentena hasta mitad del año 2011.

**Cuadro N° 4**  
**ESPECIES IMPORTADAS DESDE ECUADOR**

ESPECIE	Plantas (N°)
<i>Bambusa multiplex</i>	334
<i>Bambusa perviabilis</i>	212
<i>Bambusa tuldooides</i>	518
<i>Bambusa tulda</i>	533
<i>Bambusa tulda</i> var. Vittata	272
<i>Bambusa ventricosa</i>	282
<i>Bambusa vulgaris</i>	647
<i>Bambusa vulgaris</i> var. Vittata	604
<i>Bambusa guadua</i> <sup>3</sup>	200
<i>Bambusa guadua</i> var. Bicolor <sup>4</sup>	200
<b>TOTAL</b>	<b>4.202</b>

*Bambusa guadua* y *Bambusa guadua* var. *Bicolor* recibidas tardíamente

3 Sin. *Guadua angustifolia*

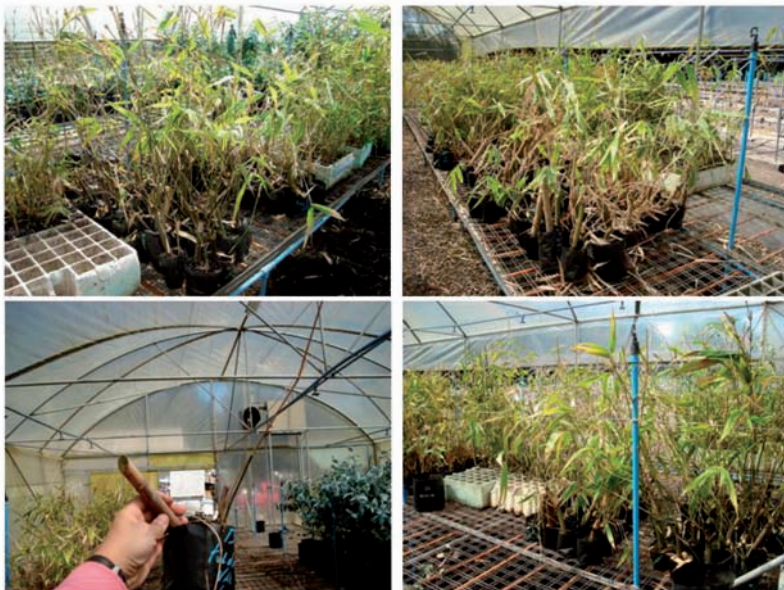
4 Sin. *Guadua angustifolia* var. *Bicolor*



**Cuadro N° 5**  
**ESPECIES IMPORTADAS DESDE CHINA**  
**EN CUARENTENA EN JARDÍN BOTÁNICO NACIONAL**

<i>Phyllostachys aureosulcata</i> f. <i>Aureocaulis</i>	<i>Phyllostachys nigra</i>
<i>Phyllostachys aureosulcata</i> f. <i>Spectabilis</i>	<i>Phyllostachys nigra</i> f. <i>Localis</i>
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	<i>Phyllostachys nidularia</i>
<i>Phyllostachys bambusoides</i> f. <i>Llacrima-deae</i>	<i>Phyllostachys pinyanensis</i>
<i>Phyllostachys dulces</i>	<i>Phyllostachys praecox</i> cv. <i>Prevernalis</i>
<i>Phyllostachys glabrata</i>	<i>Phyllostachys prominens</i>
<i>Phyllostachys glauca</i>	<i>Phyllostachys propinqua</i>
<i>Phyllostachys heteroclada</i>	<i>Phyllostachys sulphurea</i>
<i>Phyllostachys heterocycla</i> var. <i>Pubescens</i>	<i>Phyllostachys vivax</i>
<i>Phyllostachys iridescens</i>	<i>Phyllostachys vivax</i> f. <i>Aureocaulis</i>

Autorizados los ingresos y realizadas las inspecciones sanitarias correspondientes, las plantas fueron distribuidas para su cuidado y preparación a los viveros de INFOR en Concepción, del Jardín Botánico Nacional en Viña del Mar, y de un particular en la zona de Talagante, cercana a Santiago (Figura N° 6).



**Figura N° 6**  
**CUIDADO Y ACONDICIONAMIENTO DE PLANTAS EN VIVERO INFOR EN**  
**CONCEPCIÓN**

## Instalación de Ensayos

La limitada disponibilidad de especies y plantas, respecto de la programación inicial, permitió finalmente el establecimiento de 12 ensayos y el empleo de un total de 8 especies y variedades del género *Bambusa* más la especie control en ellos. Los ensayos fueron establecidos en la temporada 2008.

Se esperaba contar para la temporada 2009 con las especies del género *Phyllostachys*, para completar los ensayos, tanto en lo referente a especies en ellos como a total de ensayos, cosa que no fue posible dados los inconvenientes antes explicados. Quedaron así pendientes las especies del género *Phyllostachys*, dos especies del género *Bambusa*, y dos ensayos en Isla de Pascua y uno en Aysén.

Los propietarios de los predios en cada caso fueron responsables de la preparación de suelos y los cercos, mediante convenios establecidos con ellos.

Junto con la plantación se aplicó un gel (*HIDROSORB*) en las casillas de plantación a razón de 500 cm<sup>3</sup> por casilla y un repelente contra roedores (*Mister Cartel*) más un fijador de este (*Rain out Mister Cartel*), producto este último que actúa generando un mal sabor de las hojas (2.5 L del producto en 12.5 L de agua, más 1 kg del fijador) (Figura N° 7).

Establecida la plantación se aplicó un riego de establecimiento y se midió la altura total de las plantas en las parcelas centrales de control (12 plantas). Todas las parcelas fueron marcadas en forma permanente con estacas identificando las especies y el orden de ejecución de las mediciones de control en ellas.

Cada lugar de ensayo cuenta con un croquis de distribución de parcelas y de ubicación del ensayo, una caracterización edafoclimática y la información general de propietario y otros antecedentes.



**Figura N° 7**  
**ASPECTO GENERAL PREPARACIÓN TERRENOS, HOYADURA Y APLICACIÓN DE GEL Y REPELENTE**

En el Cuadro N° 6 se muestra el detalle de ensayos establecidos y las especies y variedades en cada uno de ellos.

**Cuadro N° 6**  
**ENSAYOS ESTABLECIDOS TEMPORADA 2008 Y ESPECIES SEGÚN ENSAYO**

ENSAYO	ESPECIES Y VARIEDADES								
	<i>Bambusa tulda</i>	<i>Bambusa perviabilis</i>	<i>Bambusa tulda</i> var <i>Vittata</i>	<i>Bambusa tuldooides</i>	<i>Bambusa ventricosa</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa vulgaris</i> var <i>Vittata</i>	<i>Bambusa multiplex</i>	<i>Chusquea culeou</i>
Talagante	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Curicó	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Cañete	√			√	√	√	√		√
Villarrica	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Toltén	√			√		√	√	√	√
Panguipulli	√		√	√	√	√	√		
Valdivia	√	√		√	√	√	√		
Neltume	√		√	√		√	√		√
Puerto Varas	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Calbuco	√			√		√	√	√	√
Castro	√			√	√	√	√		√
Chonchi	√		√	√		√	√		√

La distribución de especies en los diferentes ensayos se efectuó según la disponibilidad de plantas y en forma acorde con la información reunida sobre las especies y las características edafoclimáticas de cada uno.

En la temporada 2009 se efectuó un replante en los ensayos de Panguipulli y Neltume, donde se habían producido fuertes pérdidas de plantas debido a falta de cuidados por parte de los propietarios de los predios, situación que estos se comprometieron a resolver.

También en la temporada 2009 se envió a Isla de Pascua una partida de plantas para el establecimiento de un ensayo con 7 especies del género *Bambusa*, las cuales fueron sometidas a cuidado y acondicionamiento en el vivero de la Corporación Nacional Forestal en la isla, el ensayo fue instalado en la temporada 2010 (Cuadro N° 7) y el seguimiento está a cargo de esa Corporación.

**Cuadro N° 7**  
**ESPECIES ESTABLECIDAS EN ENSAYO EN ISLA DE PASCUA TEMPORADA 2010**

<i>Bambusa multiplex</i>	<i>Bambusa ventricosa</i>
<i>Bambusa tulda</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>
<i>Bambusa tulda</i> var. <i>Vittata</i>	<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>Vittata</i>
<i>Bambusa tuldooides</i>	

**Evaluaciones**

Se efectuaron mediciones de control, tomando supervivencia, diámetro y altura de las plantas desde la situación inicial en la temporada 2008 hasta el año 2010 (Cuadro N° 8). En cada medición se evaluó también el estado sanitario.

**Cuadro N° 8**  
**MEDICIONES DE EVALUACIÓN DE LOS ENSAYOS POR AÑO**

ENSAYO	EVALUACIONES SEGÚN AÑO								
	2008			2009			2010		
	Supervivencia (%)	DAC (cm)	Altura (m)	Supervivencia (%)	DAC (cm)	Altura (m)	Supervivencia (%)	DAC (cm)	Altura (m)
Talagante				√		√	√	√	√
Curicó	√		√	√					
Cañete	√		√	√			√		√
Villarrica	√		√				√		√
Toltén	√		√				√		√
Panguipulli	√		√				√		√
Valdivia	√		√				√		√
Neltume	√		√				√		√
Puerto Varas	√		√				√		√
Calbuco	√		√				√		√
Castro	√		√				√		√
Chonchi	√		√				√		√

**RESULTADOS**

Las evaluaciones realizadas son las indicadas en el Cuadro N° 8. Las mediciones de altura y diámetro no han sido posibles debido a sucesivos daños por heladas, principalmente en el año 2009, a los que han sobrevivido solo los rizomas, que posteriormente han rebrotado. Esto en general impide comparaciones respecto a la situación inicial para evaluar crecimiento, en consecuencia los resultados que se entregan corresponde solo a supervivencia por especie y ensayo, transcurridos dos años de la plantación (Cuadro N° 9). Además, en el caso particular de los ensayos de Panguipulli y Neltume, buena parte de la

plantación fue repuesta en el año 2009.

Indudablemente son necesarias mediciones posteriores que permitan apreciar crecimiento, cosa que no fue posible debido a los fuertes daños por heladas. Respecto de la supervivencia de las especies en cada ensayo y a través de ellos desde Santiago a Chiloé, no se aprecian tendencias claras que serían previsibles por el aumento de las precipitaciones y reducción de las temperaturas de norte a sur.

Destacan las especies *Bambusa ventricosa* y *Bambusa tuldoides*, que alcanzan valores interesantes respecto a la sobrevivencia media de todos los ensayos en que fueron incluidas (52,1 y 51,4%, respectivamente), muy similares al 50% alcanzado por la especie testigo, coligüe, y con valores bastante altos en algunos de ellos (Figura N° 8).

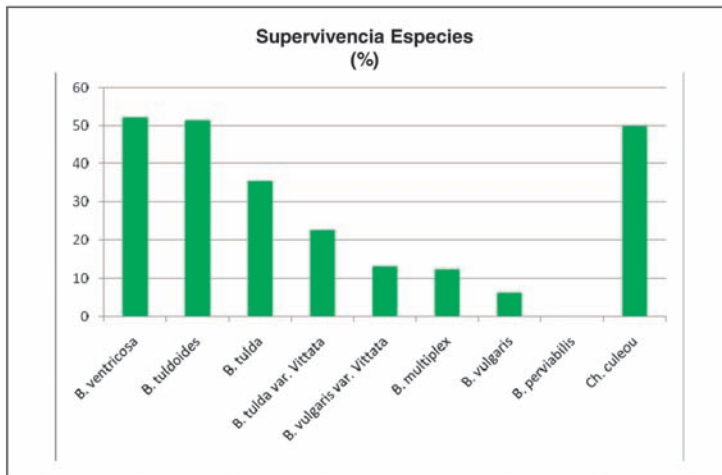
Negativamente destaca *Bambusa perviabilis* con mortalidad completa en todos los ensayos en que se la incluyó. *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* y *Bambusa multiplex*, muestran supervivencias por bajo el 15% en promedio, la primera en todos los ensayos en que está presente, la segunda registra un buen resultado en algunos ensayos, principalmente en la zona de Valdivia, y la tercera sólo en uno, Talagante.

*Bambusa tulda*, en tanto, muestra buenos resultados en la mayoría de los ensayos, estando presente en todos ellos, pero su supervivencia media cae debido al nulo resultado en tres de ellos. Algo semejante ocurre con *Bambusa tuldoides*. Ambas especies muestran una buena tendencia, pese a los daños por heladas del año 2009.

### Cuadro N° 9 SUPERVIVENCIA POR ESPECIE Y ENSAYO

ENSAYO	SUPERVIVENCIA (2010) (%)								
	<i>Bambusa tulda</i>	<i>Bambusa perviabilis</i>	<i>Bambusa tulda</i> var. Vittata	<i>Bambusa tuldoides</i>	<i>Bambusa ventricosa</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa vulgaris</i> var. Vittata	<i>Bambusa multiplex</i>	<i>Chusquea culeou</i>
Talagante	41,7	0,0	33,3	75,0	75,0	0,0	0,0	58,3	58,3
Curicó	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	8,3	0,0	0,0	0,0
Cañete	41,7			83,3	41,7	25,0	41,7		25,0
Villarrica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Toltén	16,7			0,0		8,3	0,0	0,0	0,0
Panguipulli	41,7		8,3	41,7	0,0	0,0	0,0		
Valdivia	41,7	0,0		75,0	91,7	16,7	41,7		
Neltume	66,7		91,7	100,0		0,0	66,7		75,0
Puerto Varas	41,7	0,0	8,3	91,7	91,7	8,3	8,3	8,3	83,3
Calbuco	41,7			83,3		8,3	0,0	8,3	75,0
Castro	91,7			66,7	83,3	0,0	0,0		83,3
Chonchi	0,0		16,7	0,0		0,0	0,0		100,0
<b>Promedio</b>	<b>35,4</b>	<b>0,0</b>	<b>22,6</b>	<b>51,4</b>	<b>52,1</b>	<b>6,3</b>	<b>13,2</b>	<b>12,5</b>	<b>50,0</b>

Nota: Celda sin información indica especie no incluida en el ensayo.

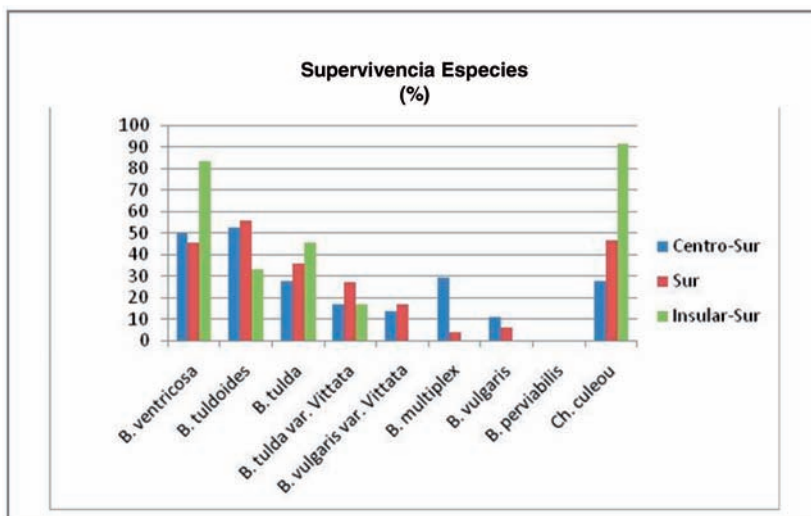


**Figura N° 8  
SUPERVIVENCIA MEDIA DE LAS ESPECIES 2010**

Se efectuó además una evaluación por macro zonas, agrupando los ensayos según Zona Centro-Sur, Zona Sur y Zona Insular-Sur, obteniéndose los resultados indicados en el Cuadro N° 10 y la Figura N° 9.

**Cuadro N° 10**  
**SUPERVIVENCIA MEDIA DE LAS ESPECIES SEGÚN MACRO ZONA 2010**

Zona	SUPERVIVENCIA (2010) (%)								
	<i>Bambusa tulda</i>	<i>Bambusa perviabilis</i>	<i>Bambusa tulda</i> var. Vittata	<i>Bambusa tuldooides</i>	<i>Bambusa ventricosa</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa vulgaris</i> var. Vittata	<i>Bambusa multiplex</i>	<i>Chusquea culeou</i>
Centro-Sur	27,8	0,0	16,7	52,8	50,0	11,1	13,9	29,2	27,8
Sur	35,7	0,0	27,1	56,0	45,8	6,0	16,7	4,2	46,7
Insular-Sur	45,8	0,0	16,7	33,3	83,3	0,0	0,0	0,0	91,7



**Figura N° 9**  
**SUPERVIVENCIA MEDIA DE LAS ESPECIES SEGÚN MACROZONA 2010**



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De las especies probadas destacan claramente tres que han mostrado una buena respuesta en prácticamente todos los ensayos en que se las incluyó, estas son *Bambusa tulda*, *Bambusa tuldooides* y *Bambusa ventricosa*.

Por el contrario, *Bambusa perviabilis* muestra mortalidad completa en todos los ensayos en que se la incluyó y *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* y *Bambusa multiplex*, muestran supervivencias por bajo el 15% en promedio, la primera en todos los ensayos en que está presente, la segunda registra un buen resultado en algunos ensayos, principalmente en la zona de Valdivia, y la tercera sólo en uno, Talagante.

Las pérdidas sufridas en los ensayos, muy importantes en algunos de ellos, se deben principalmente a daños por heladas, particularmente severas en el año 2009.

Lamentablemente no se alcanzó a incorporar a los ensayos las especies del género *Phyllostachys*, de mayor resistencia a frío que las probadas del género *Bambusa*.

Los resultados por macro zona geográfica permiten una primera aproximación a las posibilidades de uso de estas especies en plantaciones comerciales para diferentes fines (Cuadro N° 11).

No obstante, estos ensayos indudablemente deben ser evaluados durante un período de tiempo más prolongado, aunque descartando los ensayos de Villarrica, en el que al año 2010 no había supervivencia de especies, y los de Curicó, Toltén y Chonchi, perdidos en su casi totalidad también.

**Cuadro N° 11**  
**POSIBILIDADES DE USO DE LAS ESPECIES SEGÚN MACROZONA GEOGRÁFICA**

ESPECIE	MACRO ZONA			USOS PRINCIPALES
	Centro Sur	Sur	Insular Sur	
<i>Bambusa ventricosa</i>	√	√	√√	Uso múltiple
<i>Bambusa tuldooides</i>	√	√√	√	Fibras, brotes comestibles
<i>Bambusa tulda</i>	√	√	√√	Construcción
<i>Bambusa tulda</i> var. <i>Vittata</i>	√	√√	X	Uso múltiple
<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>Vittata</i>	X	X	X	
<i>Bambusa multiplex</i>	√√	X	X	Ornamental
<i>Bambusa vulgaris</i>	X	X	X	
<i>Bambusa perviabilis</i>	X	X	X	

√√ : Mejor resultado de supervivencia    X : No recomendable

Sólo en cuatro de los doce ensayos se incluyeron todas las especies disponibles; Talagante, Curicó, Villarrica y Puerto Varas.

En Curicó y Villarrica la pérdida de supervivencia de plantas fue total o casi total, en Puerto Varas cuatro especies muestran una supervivencia buena o aceptable y en Talagante, seis de las nueve especies muestran resultados que ameritan mayor seguimiento, pese a la fuerte reducción de la supervivencia e incluso de la altura en algunas de ellas, al segundo año, debido a las heladas del primero (Cuadro N° 12).

*Bambusa vulgaris* var. *Vittata*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa perviabilis* son las tres especies sin supervivencia al segundo año en el ensayo de Talagante y su respuesta es similar en todos los lugares de ensayo.

Para la continuación de trabajos de investigación sobre la introducción y adaptación de *Bambusaceas*, el seguimiento de al menos los ensayos de Talagante y Puerto Varas, en especial del primero dado el interés y compromiso del propietario del predio en que se ubica, y su complementación, incorporando aquellas especies en reserva, en cuarentena en el Jardín Botánico Nacional, sería muy interesante.

**Cuadro N° 12**  
**VALOR PROMEDIO DE VARIABLES EVALUADAS EN ENSAYO TALAGANTE SEGÚN ESPECIE**

ESPECIE	PARAMETROS MEDIOS			
	SUPERVIVENCIA (%)		ALTURA (cm)	
	2009	2010	2009	2010
<i>Bambusa tulda</i>	75,0	41,7	40,7	19,0
<i>Bambusa tuldoides</i>	100,0	75,0	76,9	75,0
<i>Bambusa tulda</i> var. <i>Vittata</i>	100,0	33,3	44,1	26,5
<i>Bambusa ventricosa</i>	91,7	75,0	47,9	98,2
<i>Bambusa multiplex</i>	66,7	58,3	39,0	28,0
<i>Bambusa vulgaris</i>	83,3	0,0	62,1	
<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>Vittata</i>	100,0	0,0	64,5	
<i>Bambusa perviabilis</i>	100,0	0,0	48,3	
<i>Chusquea culeou</i>	91,7	58,3	31,4	40,3

El material en reserva y las especies existentes en los ensayos de Talagante y Puerto Varas, vistas las grandes dificultades encontradas para la importación e internación de *Bambusaceas* al país, es de gran valor, tanto en términos de su evaluación a futuro como de fuente de propágulos para ensayos complementarios.

Experiencias anteriores en el país, como las del Bambucetum de la Universidad Austral de Chile en Valdivia y las plantaciones que mantiene el propietario del predio donde se ubicó el ensayo de Talagante, permiten observar que son las especies del género

*Phyllostachys* las que logran los mejores desarrollos, siendo muy similares a los que registran en sus áreas de origen (China). Esto pone en relieve el valor del material en reserva que se encuentra concluyendo el período de cuarentena en el Jardín Botánico Nacional en Viña del Mar.

## REFERENCIAS

**Botero, L., 2006.** Manual Curso sobre Industrialización del bambú. COMPYMEFOR, Argentina. 117p.

**Campos, J.; Peñaloza, R.; Kahler, C.; Poblete, H.; Cabrera, J. (eds.), 2003.** Bambú en Chile. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile, Universidad Austral de Chile. 144p.

**Dransfield, S.; Widjaja, E. (eds.), 1995.** Plant Resources of South-East Asia N° 7. Bamboos. Backhuys Publishers, leiden. 189p.

**Farrelly, David, 1984.** *The Book of Bamboo*. Sierra Club Books.

**Gratani, Loretta; Crescente, Maria Fiore; Varone, Laura; Fabrini, Giuseppe and Digiulio, Eleonora, 2008.** "Growth pattern and photosynthetic activity of different bamboo species growing in the Botanical Garden of Rome". *Flora* 203: 77–84.

**Hidalgo, L. O., 2003.** Bamboo: the gift of the gods. Ed. D'VINNI. Colombia. 555p.

**INBAR, 2007.** International Network for Bamboo and Ratan [Fecha de consulta: 15 Junio 2007]. Disponible en: <http://www.inbar.int>

**INBAR, 2010.** International Network for Bamboo and Ratan [Fecha de consulta: 01 Abril 2010]. Disponible en: <http://www.inbar.int>

**INFOR, 2010.** Anuario Forestal 2010. Boletín Estadístico 128. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 134p.

**Oprins, J.; van Trier, H., 2002.** Bamboo. A Material for Landscape and Garden Design. Birkhäuser Architecture Ed. 143p.

**Rao, R.; Sastry, C. (eds.), 1995.** Proceedings of the Vth International Bamboo Workshop and the IV International Bamboo Congress: Bamboo, People and the Environment. Ubud, Bali, Indonesia., 19-22 June.

**Singh, H.; Dadlani, N. (eds.), 2004.** Abstracts VII World Bamboo Congress. World Bamboo Organization and Government of India. New Delhi, India. February 28 – March 4. 64p.

**Villegas, M. (ed.), 1996.** *Bambusa guadua*. Villegas Editores. Bogotá, Colombia. Segunda edición. 175p.



---

# SISTEMAS SILVOPASTORILES EN BOSQUES DE *Nothofagus antarctica* REVISIÓN DEL CONOCIMIENTO ACTUAL EN PATAGONIA SUR, ARGENTINA

Peri, Pablo<sup>1</sup>

## RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles, que combinan en una misma unidad de superficie árboles con pasturas o pastizales bajo pastoreo con ganado, son una alternativa productiva en la región Patagónica, y podrían constituir una actividad ecológica, social y económicamente viable.

El objetivo del presente trabajo es presentar la información generada en Patagonia sobre los sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) con pastizales naturales y, en menor medida, con introducción de pasturas.

Se presenta información productiva respecto a sus tres principales componentes; silvicultura y producción del componente arbóreo, producción forrajera del sotobosque y producción y manejo animal. Además, se resaltan los avances en los estudios de ecofisiología (nutrientes, fijación de carbono) y pautas para la conservación del ñirantal bajo uso silvopastoril.

Se ha avanzado en el conocimiento de estos sistemas, principalmente en la producción y calidad del componente forrajero e interacciones con el estrato arbóreo. Sin embargo, resta profundizar aspectos relacionados al manejo animal a escala de establecimiento durante todo un ciclo productivo, fortalecer la factibilidad de instalación de industrias primarias o secundarias alternativas para aumentar el valor agregado de los productos madereros y, en el caso de los sistemas silvopastoriles en bosque nativo, son necesarios futuros estudios que tengan en cuenta el impacto a nivel paisaje y la conectividad para la vida silvestre a escala regional.

**Palabras claves:** Ganadería, ñire, pastizal, silvicultura, Patagonia

---

<sup>1</sup> EEA INTA Santa Cruz – UNPA – CONICET. Casilla de Correo 332, (CP 9400), Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina, email: pperi@correo.inta.gov.ar

## **SILVOPASTORAL SYSTEMS IN *Nothofagus antarctica* FORESTREVIEW OF THE ACTUAL KNOWLEDGE IN SOUTHERN PATAGONIA, ARGENTINA**

### **SUMMARY**

Silvopastoral systems, that combine trees and grasslands or pastures under grazing in the same unit of land, would be an economical, ecological and social productive alternative in Patagonia.

Therefore, the aim of this work is to review the available information related to silvopastoral systems in Patagonia in *Nothofagus antarctica* native forest mainly with natural understorey as a forage resource and in less extent with introduced pastures. Information about silviculture and timber production, understorey forage production and livestock management and production are provided.

Also, other aspects of silvopastoral systems such as ecophysiology studies (nutrients and carbon fixation) and conservation information are outlined in this work.

There are advances in knowledge related mainly to quality and production of the understorey component interacting with tree strata. However, research on sheep and cattle production at farm level over a year, the improve of primary and secondary timber industry that incorporate value to the harvested wood, and further studies that incorporate the impact on landscape and fauna connectivity at regional level, are needed. Integrated economical information and social aspects of silvopastoral systems in the region also are important to be developed.

**Key Words:** Grassland, livestock, ñire, silviculture, Patagonia

## INTRODUCCION

Patagonia Argentina (37° a 55° LS) es una amplia región (197 millones de hectáreas) que presenta una gran diversidad de climas y ambientes, destacándose la estepa (representando ~93% de la superficie total), el ecotono (~3,7 %), los valles (~1,5 %) y bosques nativos (~1,8 %). Como característica principal presenta un gradiente de precipitación que decrece de oeste a este, de 4000 a 200 mm anuales.

La producción ganadera (principalmente ovina) se extendió en Patagonia Sur (Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego) a fines del siglo XIX, con un aumento paulatino en el número de animales a través del tiempo (según el Instituto Nacional de Estadística y Censos-INDEC, en el año 2002 existían 6.517.580 ovinos, 211.575 bovinos y 86.850 equinos) lo que determinó la presencia de la ganadería en la zona de la cordillera.

Los sistemas silvopastoriles que combinan en una misma unidad de superficie árboles con pasturas o pastizales nativos bajo pastoreo con ganado, son una alternativa productiva en Patagonia y podrían constituir una actividad ecológica, social y económicamente viable. Estos sistemas deben ser diseñados de manera tal que se favorezcan las interacciones ecológicas beneficiosas que se manifiestan en un incremento de la producción, en la eficiencia del uso de los recursos y también en aspectos del medio ambiente.

El ñire es una especie nativa de los bosques patagónicos con una distribución amplia que se extiende desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego ocupando una superficie de 751.643 ha (SAyDS, 2005), de la cual aproximadamente el 70 % tiene un uso silvopastoril. En particular, en Santa Cruz y Tierra del Fuego existen 97 estancias con bosque de ñire de las cuales un 68% tiene más del 10 % de su superficie ocupada con bosque de ñire (Ormaechea *et al.*, 2009).

La importancia de los bosques nativos de ñire como sistemas silvopastoriles principalmente radica en la capacidad productiva ganadera (ovina y bovina) y la obtención de productos maderos provenientes de las intervenciones silvícolas como postes, varas y leña.

El objetivo del presente trabajo es presentar la información generada en Patagonia Argentina sobre los sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica*.

## SILVICULTURA Y PRODUCCIÓN DEL COMPONENTE ARBÓREO

Actualmente la propuesta silvícola en sistemas silvopastoriles con ñire contempla la intensidad de los raleos y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo.

Integrando el conocimiento generado (Peri, 2005; Peri *et al.*, 2005a,b; Sarasola *et al.*, 2008a,b) y conceptos de practicidad operativa se proponen dos intensidades de raleo para diferentes sitios de ñirantales.

Mientras que en sitios de estrés hídrico severo (alturas de los árboles dominantes inferiores a los 5-8 m) se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 50 y 60 %, en sitios con un régimen de precipitaciones más favorable (ñirantales con alturas de los árboles dominantes superiores a los 8 m) se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 30 y 40 % (Peri *et al.*, 2009a).

Sarasola *et al.* (2008b) evaluaron que la respuesta del crecimiento medio en diámetro de árboles de ñire al raleo fluctuó desde 0,18 a 0,49 cm/año para rodales densos y semiabierto, respectivamente.

Recientemente se generó un índice de densidad de rodal de ñirantales, independiente de la edad del rodal y la calidad de sitio, como una herramienta biométrica para determinar intensidades de raleo de modo de alcanzar diferentes coberturas arbóreas bajo un uso silvopastoril (Ivancich *et al.*, 2009).

Ivancich *et al.* (2010), utilizando un modelo de crecimiento de rodal, estimó que el crecimiento volumétrico de los bosques de ñire fluctúa entre 1,3 a 8,3 m<sup>3</sup>/ha/año. Quedan excluidos de intervención silvícola aquellos bosques con alturas finales de árboles dominantes menores a los 4 m debido a la fragilidad ambiental del ecosistema (Quinteros *et al.*, 2008).

Los volúmenes totales aprovechados en bosques de ñire bajo uso silvopastoril dependen de la calidad del sitio y la intensidad de los raleos. Por ejemplo, en la provincia de Santa Cruz, el volumen bruto con corteza aprovechado fluctuó desde 64 m<sup>3</sup>/ha para rodales con un remanente de transmisibilidad luminosa luego del raleo de ~60 % desarrollándose en Clase de Sitio (CS) V (altura media de árboles dominantes de 5,5 m) a 220 m<sup>3</sup>/ha en aquellos rodales creciendo en CS I (árboles dominantes de una altura media final mayor a 12 m) y con una transmisibilidad luminosa remanente del ~30 %. Sin embargo, los productos de los raleos presentaron similares porcentajes de madera destinada a aserrado (15 %), a postes y varas (30 %) y leña (55 %) (Peri *et al.*, 2005b).

Por su parte, Martínez Pastur *et al.* (2008) determinaron el potencial de cosecha y el rendimiento industrial de ñirantales de Tierra del Fuego en rodales cuya área basal original era de 59 m<sup>2</sup>/ha con una intensidad de raleo que dejó un remanente de 30 m<sup>2</sup>/ha. El volumen cosechado fue de 102 m<sup>3</sup>/ha, y el rendimiento en aserradero varió con la calidad y el tamaño de las trozas desde 34 % para trozas >30 cm de diámetro en punta fina de calidad alta (pudrición blanca <10 % en la peor cara, pudrición parda <30 %, mancha



<50 %, flecha <3 cm/m, rajaduras <50 cm y sin fustes retorcidos) a 4 % para trozas de baja calidad. Las trozas de mejor calidad produjeron 9 % de tablones, 21 % de tablas, 49 % de tirantes, 5 % de madera corta y 16 % de madera para *pallet*. Los resultados sugieren la posibilidad de incorporar al aserrado sólo trozas de alta calidad de cualquier diámetro, lo que representa rendimientos de cosecha de 50 m<sup>3</sup>/ha para bosques de calidad de sitio media-alta. La inclusión de madera para pallets (producto que usualmente no se produce en el aserradero) incrementó significativamente el rendimiento en el aserradero.

En el manejo silvícola, la continuidad del estrato arbóreo del bosque nativo de ñire bajo uso silvopastoril tiene el objetivo de mantener la productividad y los servicios ambientales del sistema en el tiempo. Trabajos previos (Tejera *et al.*, 2005; Peri *et al.*, 2006a; Hansen *et al.*, 2008) concluyen que la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril no puede asegurarse a través de la regeneración por semillas, por lo que fue necesario generar técnicas silviculturales que mantengan la sustentabilidad del sistema. En este sentido, una propuesta es la instalación de clausuras temporales de la regeneración pre-establecida por cepa, de semilla o raíz (o en sitios que no existiera regeneración, la forestación con plántulas de ñire obtenidas de vivero) que protejan las plantas del pastoreo y el ramoneo hasta que las mismas adquieran una altura superior a 2,5 m. Se estimó que se deberá protegerse de 2 a 5 renovales de ñire por ha/año hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o con edades superiores hasta lograr la densidad final definida en cada mancha de bosque homogéneo (Peri *et al.*, 2009b). En el caso de los ñirantales que se encuentran en la zona de ecotono con la estepa (ñirantales creciendo en condiciones de estrés hídrico severo) se deberían proteger hasta 250 árboles/ha, mientras que en ñirantales creciendo en zona más húmedas (por ejemplo cerca del bosque de lenga) se debería proteger un mínimo de 150 árboles/ha.

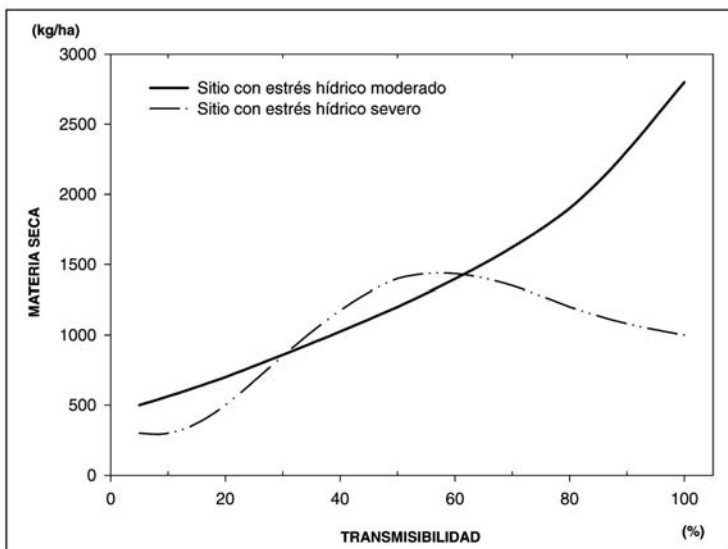
## PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DEL SOTOBOSQUE

La producción del sotobosque en sistemas silvopastoriles de ñire en la región patagónica sur tiene relación directa con la cobertura del dosel arbóreo y con la temperatura y régimen hídrico interactuando con los diferentes niveles de sombra. Por ejemplo, en la zona de El Foyel (Río Negro) se evaluó la producción del sotobosque de ñire en tres densidades de cobertura arbórea (Somlo *et al.*, 1997). Los resultados indican que en un bosque ralo (300 a 500 árboles/ha) la producción de gramíneas fue mayor que en bosques de mayor densidad, con una producción media fluctuando desde 1.129 hasta 2.909 Kg MS/ha. Para la misma zona, Sarasola *et al.* (2008a) determinaron para dos años de evaluación (2006-2007) que la productividad media forrajera del sotobosque varió desde 1.106 Kg MS/ha para un bosque de ñire denso (60 % de cobertura) con suelos subhúmedos hasta 2.575 Kg MS/ha para un ñirantal ralo (30 % cobertura) en sitios de suelos húmedos.

En Chubut, se evaluó la productividad forrajera y la composición por grupos de especies (gramíneas, leguminosas y otras especies) en bosques de ñire desarrollándose en distintas condiciones de sitio (húmedos correspondientes a bosques de 15 m de altura y secos correspondientes a ñirantales de 3-4 m de altura) y en distintas condiciones de cobertura arbórea (Fertig *et al.*, 2007). Los sitios húmedos presentaron una disponibilidad

media 2,5 veces mayor que los sitios secos (1.288 vs 565 Kg MS/ha), y las situaciones entre copas presentaron una disponibilidad total promedio (1.217 Kg MS/ha) superior a las situaciones de cobertura de copas densas (418 Kg MS/ha). Además, Fertig *et al.* (2009) determinaron que la disponibilidad forrajera total, luego de cuatro años de realizados los raleos, se incrementó desde un 75 % en los sitios secos (bosque bajo, <4 m de altura, 50 % cobertura) hasta casi 5 veces en los sitios intermedios (bosque medio de 4 a 8 m y 40 % cobertura). En ambientes húmedos (bosque alto mayor a 8 m de altura), los autores detectaron que la producción del sotobosque aumentó desde 808 Kg MS/ha (bosque testigo sin ralear) a 2.002 Kg MS/ha (50 % cobertura), determinado por un incremento principalmente en la disponibilidad de gramíneas y leguminosas.

En Patagonia Sur (Santa Cruz y Tierra del Fuego) en el límite entre estepa y bosque, el clima determina un régimen con un fuerte déficit hídrico coincidente con la estación de crecimiento. En estos sitios, el pastizal sometido a un sombreado y a la protección del efecto desecante de los fuertes vientos presenta menores tasas de transpiración y evaporación en comparación con sitios abiertos. Esta diferencia en la disponibilidad de agua en suelo en los sistemas silvopastoriles en comparación con pastizales de áreas sin árboles determinó una mayor productividad. Por ejemplo, en estos sitios de severo estrés hídrico se alcanzó la máxima producción de materia seca con una cobertura de copas del 55 % (Figura N° 1). En contraste, con un régimen de precipitaciones más favorable, se detectó una disminución de la tasa de crecimiento de materia seca de la pastura aproximadamente lineal con el aumento de la cobertura de copas desde 23,3 Kg MS/ha/día en pastizales creciendo en la zona adyacente sin árboles a 4,2 Kg MS/ha/día con un 95 % de cobertura de copas. Sin embargo, la presencia de árboles en estos sitios disminuyó el daño directo ocasionado por las heladas y/o acumulación de nieve sobre el pastizal. Por ello, los períodos vegetativos de los pastos se alargan en los sistemas silvopastoriles comparados a los de un pastizal abierto, modificando de esta manera el tiempo de oferta forrajera para los animales. Esta respuesta diferencial en la producción de materia seca de acuerdo a los diferentes niveles de sombra y estrés hídrico brinda una herramienta de criterio para determinar la intensidad de raleo, pudiendo ser mas intenso en sitios con moderado o sin estrés hídrico. Para acompañar el entendimiento de la respuesta de producción de materia seca del sotobosque, se evaluó las variaciones microclimáticas (temperaturas del aire y suelo, humedad relativa del aire, velocidad de viento y precipitaciones) en bosques de ñire bajo uso silvopastoril desarrollándose en dos clases de sitio, comparados con áreas sin cobertura arbórea (Bahamonde *et al.*, 2009a).



(Fuente: Peri, 2005)

Sitio con estrés hídrico severo (○) se correspondió con una humedad media del suelo hasta los 25 cm de profundidad inferior a 16 % durante el principal periodo de crecimiento (Octubre-Abril) Sitio con estrés hídrico moderado (●) con una humedad media del suelo superior a 19 %.

**Figura N° 1**  
**PRODUCCIÓN MEDIA DE MATERIA SECA (MS) DEL PASTIZAL**  
**DESARROLLÁNDOSE EN SITIOS DE ÑIRANTALES CON DISTINTOS GRADOS**  
**DE COBERTURA DE COPAS Y ZONAS ADYACENTES SIN ÁRBOLES (100%**  
**TRANSMISIBILIDAD).**

Además, existen antecedentes de producción de materia seca del pastizal mejorado a través de la introducción de pasturas forrajeras de alto rendimiento en sistemas silvopastoriles de ñire con diferentes niveles de radiación (Peri *et al.*, 2005b; Peri *et al.*, 2009c). La magnitud de la mejora en la productividad del pastizal con pasturas de trébol blanco (*Trifolium repens*) y pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) estuvo en función del grado de sombreado. Por ejemplo, mientras que en sitios adyacente sin árboles (100 % transmisibilidad luminosa) el aumento de producción de biomasa con la introducción de especies forrajeras representó un 35 % respecto al pastizal natural, en el sistema silvopastoril con un 30 % de transmisibilidad luminosa dicho aumento fue del 20 % (Peri *et al.*, 2005b).

Por su parte, en la zona de Río Turbio (51° 33' 10" LS, 72° 07' 35" LO) se instalaron jaulas de clausura en dos situaciones de transmisibilidad luminosa en un sistema silvopastoril de ñire: 20 % (bajo copas) y 70 % (entre copas), y en un pastizal puro sin árboles (100 % transmisibilidad), para determinar la respuesta productiva, composición botánica y calidad del pastizal con predominancia de trébol blanco. La productividad total

de materia seca (MS) varió con la intensidad de luz siendo mayor en el sistema silvopastoril con 70 % de transmisibilidad luminosa (Cuadro N° 1) relacionado con un mayor contenido de humedad del suelo (valor medio de 33 %). Sin embargo, la proporción media de trébol fue superior (49 %) en el pastizal sin árboles e inferior (35 %) en el pastizal creciendo bajo una transmisibilidad luminosa del 20 % (Cuadro N° 1). Estos resultados confirman la adaptación del trébol blanco a los sistemas con ñire en sitios húmedos, mejorando la calidad del pastizal natural.

**Cuadro N° 1**  
**PRODUCCIÓN TOTAL Y POR COMPONENTES DE MATERIA SECA DEL PASTIZAL CON TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*)**

Tratamiento	Trébol (kg MS/ha)	Latifoliadas (kg MS/ha)	Gramíneas (kg MS/ha)	Material Senescente (kg MS/ha)	Producción Total (kg MS/ha)
100 % transmisibilidad (pastizal sin árboles)	1.120 a	320 a	490 ab	370 ab	2.300 a
SSP 70 % (entre copas)	1.270 a	970 b	700 a	670 b	3.610 b
SSP 20 % (bajo copas)	720 b	410 a	200 b	230 a	1.560 c

Letras diferentes indican diferencias significativas entre clones (Tukey,  $p < 0,05$ )

(Fuente: Peri et al., 2009b)

Pastizal en el peak de biomasa (mes de Febrero 2008) correspondiente al período de crecimiento (Octubre 2007-Mayo 2008) para un sitio adyacente sin árboles (100% transmisibilidad luminosa) y para sistemas silvopastoriles en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) con 20 (SSP 20 %) y 70% de transmisibilidad (SSP 70 %)

En forma similar a la productividad, Peri *et al.* (2005b) determinaron que la proteína bruta (PB) del pastizal de los ñirantales varió según la interacción entre los factores sitio e intensidad luminica que ingresa al sotobosque, con un rango entre 8,2 y 12,2 %. En general, el contenido de PB fue mayor en los niveles de sombra severa (10 % de transmisibilidad) y en aquellos sitios de menor estrés hídrico. En contraste, la digestibilidad *in vitro* del pastizal (DIVMO) no presentó diferencias frente los diferentes niveles de sombra (Peri *et al.*, 2005b). Mientras que los bajos valores anuales promedios de DIVMO (55,6 %) se detectaron en sitios o períodos de mayor déficit hídrico, la mejor digestibilidad media del pastizal (68,9 %) se observó en los sitios de menor estrés hídrico o en los períodos de primavera.

Fertig *et al.* (2009) determinaron que el contenido de PB en ñirantales del noroeste de la provincia de Chubut disminuyó en los sitios húmedos raleados (50 % cobertura) respecto al bosque sin intervenir (6,94 vs 8,90 %) debido probablemente a la dilución provocada por el crecimiento. Los mismos autores informaron que mientras la Fibra Detergente Neutro (FDN) aumentó en el pastizal de los sitios raleados (47,33 vs 40,7 %) lo cual podría provocar una disminución en el consumo potencial del ganado, los valores de Fibra Detergente Acido (FDA) no presentaron diferencias significativas (promedio 37,6 %).

Para garantizar el uso silvopastoril de los ñirantales a nivel predial es necesario incorporar la evaluación de pastizales dentro del Plan de Manejo, ya que provee información para optimizar la producción ganadera y evitar el deterioro del sistema por sobrepastoreo. La evaluación de pastizales dará lugar a la Planificación del Pastoreo, el cual consiste en determinar el número de animales (carga animal) y la época de uso de cada potrero.

Recientemente se ha logrado desarrollar un método de evaluación de pastizales (Ñirantal Sur- *San Jorge*) adaptado al ecosistema de ñirantales en Patagonia Sur (Santa Cruz y Tierra del Fuego), el cual sirve como herramienta técnica para estimar la capacidad de carga animal en sistemas silvopastoriles a nivel predial (Peri, 2009a,b). El mismo se basó en la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal para diferentes condiciones del ñirantal y momentos de uso (primavera o *peak* de biomasa, verano, otoño e invierno).

Este método es de fácil uso, ya que las únicas variables que deben tomarse a campo para estimar la PPNAP (presentadas en una tabla de triple entrada), son la cobertura de copas (CC), la clase de sitio expresado por la altura promedio de los árboles dominantes (CS) y la cantidad de residuos leñosos (R) (Peri, 2009a,b). Las PPNAP registradas en los ñirantales fluctuaron desde 85 kg MS/ha/año (pastizal en un ñirantal de CS III, CC de 5-30 % y R de 30-50 % utilizado en invierno) a 2.200 kg MS/ha/año (pastizal en un ñirantal de CS I, CC 5-30 % y R de 5-10 % utilizado en primavera).

La validación independiente (n= 20) indicó que el método captó un 83 % de la variación de la PPNAP registrada en los ñirantales de Patagonia Sur. Sin embargo, es necesario ampliar la validación del método incorporando otras provincias como Chubut y Río Negro para detectar potenciales limitaciones del método, como así también monitorear la respuesta del pastizal bajo pastoreo con el fin de determinar la necesidad de ajustar la metodología propuesta.

## PRODUCCIÓN ANIMAL

Estimaciones de la producción animal en ñirantales de Chubut, arrojan valores de 14 Kg de carne vacuna/ha/año, lo cual aparece como un piso potencialmente mejorable ante las condiciones agro-ecológicas del área (Fertig, 2006). Para los establecimientos ganaderos ovinos de Patagonia Sur, el promedio del porcentaje de señalada es del 75 % y la producción media de lana por animal de 4,7 Kg/animal (Ormaechea *et al.*, 2009).

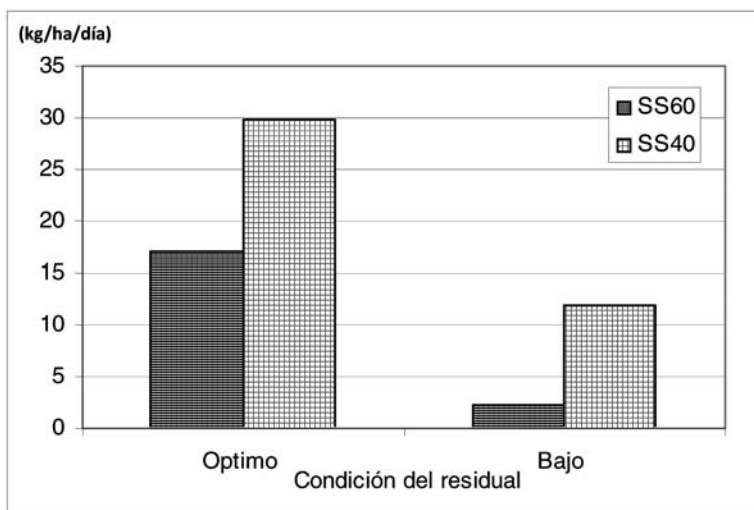
La principal dieta en la que se basa la producción ganadera (ovinos y bovinos) pastoreando los bosques de ñire a lo largo del año son las gramíneas y gramínoideas (56-90 %) donde se destacan *Poa pratensis*, *Festuca pallescens*, *Holcus lanatus* y *Carex* sp. (Manacorda *et al.*, 1996; Bonino, 2006).

Existen antecedentes de ensayos que cuantificaron la respuesta de ovinos (ovejas Corriedale de 4 años de edad) y bovinos (vaquillonas Polled Hereford de 14 meses de edad) frente a la variación de los atributos del pastizal para dos coberturas arbórea (40 y 60 %) y pastoreando hasta dos condiciones de residual del pastizal (óptimo y sub-óptimo)

en sistemas silvopastoriles de ñire en Santa Cruz (Peri *et al.*, 2006b; Peri, 2008).

En ambos estudios, se midió la ganancia de peso vivo (GPV) individual (g/animal/día) y por hectárea (kg/ha/día) durante el mes de diciembre coincidente con el *peak* de biomasa del pastizal y en parcelas de 0,7 ha.

Si bien no hubo diferencias significativas en GPV diario individual entre diferentes coberturas del sistema silvopastoril, las GPV disminuyeron entre un 50% para el caso de ovinos y 86 % para bovinos (Figura N° 2) cuando los animales pastorearon hasta un residual sub-óptimo. La mayor disponibilidad de pasto en el sistema silvopastoril con 40 % de cobertura de copas permitió una carga animal mas alta que el potrero con 60 % de cobertura, resultando en una GPV por hectárea significativamente mayor para animales pastoreando hasta un residual óptimo (29,9 vs 17,1 kg/ha/día para bovinos y 3,8 vs. 2,4 kg/ha/día para los ovinos).



(Fuente: Peri, 2008)

(1). 40% (SS 40) y 60% (SS 60) de cobertura de copas con pastoreo para pastoreo con residual del pastizal óptimo y residual bajo, Patagonia Sur, Argentina. LSD 8,03 y 11,06 para residual del pastizal óptimo y residual bajo, respectivamente.

**Figura N° 2**  
**GANANCIA MEDIAS DE PESO VIVO POR HECTÁREA DE VAQUILLONAS POLLED**  
**HEREFORD DE 14 MESES DE EDAD EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE**  
***Nothofagus antártica* (1)**

## MANEJO ANIMAL

En Patagonia, existen diferentes sistemas de producción silvopastoril. Desde un punto de vista del manejo, Somlo *et al.* (1997) clasificaron a los sistemas silvopastoriles en:

- (i) Sistemas nómadas principalmente en Neuquén donde ganado mixto de cabras, ovejas y vacas pastorean en la estepa en invierno y en bosque nativo durante el verano.
- (ii) Sistema continuo anual de pastoreo en campos con bosques.
- (iii) Pastoreo estacional con el uso de pastizales en tierras bajas con bosque nativo o el área ecotono-bosque en invierno y pastoreo en zonas altas con bosques en verano.

Según Laclau (1997), el componente para autoconsumo de la producción ganadera en Patagonia norte, enmarcado en sistemas silvopastoriles con rotaciones de veranada-invernada, es importante para la economía predominante de pequeños productores. Por su parte, el 78 % de los establecimientos con ñire de Santa Cruz y Tierra del Fuego poseen un sistema de producción extensivo con bovinos y mixto (bovino+ovino), con valores de carga animal que fluctúan entre 0,60 y 0,65 ovejas/ha, y donde más del 75 % de las estancias presentan un manejo de los potreros en veranadas e invernadas (Ormaechea *et al.*, 2009).

El manejo del pastoreo tiene una gran importancia en la producción ganadera. En Chubut se analizó los efectos de un sistema de pastoreo continuo (potrero de 10,1 ha) y un pastoreo rotativo (cuatro parcelas de 2,7 ha) durante 82 días en novillitos y vaquillonas Hereford de alrededor de 13-15 meses de edad en un ñirantal alto y abierto, con un pastizal conformado por especies de alto valor forrajero como *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Trifolium pratense* (trébol rojo) y *Trifolium repens* (trébol blanco) (Fertig, 2006). Si bien no hubo diferencias en la ganancia promedio de peso individual (~1 kg/día/animal) entre sistemas, la producción de carne por unidad de superficie (219 kg/ha) y la eficiencia de cosecha (57 %) bajo pastoreo rotativo fueron mayores que en el sistema continuo (174 kg/ha y 40 %).

Si bien se avanzó en la cuantificación de la producción del componente animal en estos sistemas silvopastoriles, los estudios fueron realizados en superficies pequeñas (potreros entre 0,7 y 10,1 ha) y en períodos cortos (20 a 82 días). Por lo tanto, fue necesario realizar estudios de producción y manejo animal a escala de establecimientos y que incorporen todo un ciclo productivo. En este sentido desde el año 2008 en la zona de Río Turbio (Santa Cruz) se iniciaron trabajos de investigación aplicada de sistemas de manejo animal a nivel de establecimiento y majada en ciclos productivos anuales. El objetivo de este trabajo fue comparar el Manejo Tradicional del Pastoreo (MTP) con una propuesta de Manejo Integral Silvopastoril (MIS), que incluyó la separación estratégica de ambientes (estepa, bosque y mallín) con el fin de aumentar los índices productivos de la ganadería ovina extensiva de la región (Ormaechea y Peri, 2011).

Para el tratamiento MIS las divisiones de ambientes se realizaron mediante el uso de alambrado eléctrico de 4 hilos, con alturas de 90, 60, 40 y 20 cm buscando controlar también los corderos, y además se determinó la receptividad de los potreros según su disponibilidad inicial estimada a partir de evaluaciones de pastizales.

Para los animales del tratamiento MTP no se realizaron modificaciones de ningún tipo (la carga de los potreros fue determinada según los criterios del productor) y se respetaron los potreros tradicionales de veranada, invernada y parición, los cuales no se encuentran subdivididos en unidades ambientales. Cada tratamiento utilizó 1000 ovejas de la raza Corriedale de 6 dientes, debido a que es la que se encuentra en la etapa de mayor producción dado que ya ha tenido una parición y tiene su dentadura en condiciones adecuadas, pudiendo así mostrar los cambios en respuesta al manejo.

El comienzo del ensayo fue en el momento de señalada del establecimiento (febrero 2008) y los servicios fueron en el mes de Mayo luego de la esquila de ojo. La esquila general utilizada fue del tipo parto (septiembre). Además, el grupo MIS pastoreó un potrero exclusivamente con bosque de ñire entre junio a septiembre, y utilizó solamente un mallín (sin carga durante la primavera) en enero.

Resultados preliminares demostraron que los potreros de MIS fueron utilizados con una carga acorde a su receptividad en todos los casos, mientras que el MTP registró una sobreutilización invernal (Ormaechea y Peri, 2011).

Se registraron valores levemente superiores de señalada y peso de vellones para el MIS (Cuadro N° 2), posiblemente producto de una carga moderada y del aprovechamiento del bosque y el mallín en momentos de mayor calidad del pastizal comparado con el resto de los ambientes.

Los valores superiores de condición corporal y ganancia de peso de ovejas en MTP, pudieron deberse a un menor número de hembras gestantes y por ende menores requerimientos nutricionales durante el período de octubre a enero.

**Cuadro N° 2**  
**VALORES MEDIOS PRODUCTIVOS DE MANEJO TRADICIONAL DEL PASTOREO (MTP) Y MANEJO INTEGRAL SILVOPASTORIL (MIS) EN UN ESTABLECIMIENTO DEL SUROESTE DE SANTA CRUZ (MEDIA ± DESVÍO ESTÁNDAR)**

	MIS	MTP
Señalada (%)	93,3	90,4
Peso corderos (kg)	31,2 ± 5,20	32,1 ± 5,14
Pérdida de peso invernal (kg)	12,4	10,1
Ganancia de peso primaveral (kg)	11,5	21,3
Condición corporal en último pesaje (rango 1-5)	2,9 ± 0.55	3,2 ± 0.46
Peso de vellones (kg)	4,64 ± 0.83	3,88 ± 0.65

(Fuente: Ormaechea y Peri, 2011).



En síntesis, la separación de ambientes homogéneos para su aprovechamiento racional parece tener resultados promisorios. Sin embargo, la falta de réplicas en los manejos evaluados, no permite extrapolar los resultados a todos los establecimientos de la región.

El valor de este tipo de estudio se fundamenta en la evaluación ecosistémica del sistema productivo, el cual contempló la utilización de potreros extensivos (300 a 5000 ha) a lo largo de una temporada anual de producción.

## BIOMASA Y CONTENIDO DE NUTRIENTES

Existe un importante avance en el conocimiento de los sistemas silvopastoriles de ñire en lo que respecta a la dinámica y cambios en la compartimentalización aérea y subterránea de la biomasa y macro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) para gradientes de edad (desde fase de regeneración-5 años a fase de envejecimiento- 220 años), clases de copa (dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos) y clases de sitio (*Clase de Sitio V* con altura de árboles dominantes menor a 6 m hasta *Clase de Sitio III* con alturas entre 8 y 10 m) (Peri *et al.*, 2005c; Peri *et al.*, 2006c; Gargaglione *et al.*, 2008; Peri *et al.*, 2008a; Gargaglione *et al.*, 2009; Gargaglione *et al.*, 2010). Mientras que la biomasa total acumulada varió, según la calidad de sitio y edad del rodal, desde 60,8 a 394,1 ton/ha, la acumulación total de nutrientes fluctuó entre 454 y 1.258 kg/ha.

A modo de ejemplo, en el Cuadro N° 3 se presentan valores medios de acumulación de nutrientes en diferentes rodales de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril en Patagonia, Argentina. Es importante resaltar que la proporción de biomasa y de la mayoría de los macro nutrientes del componente subterráneo fue superior al 50 % en la fase de regeneración en todos los sitios estudiados. En sitios marginales, mientras que la concentración de nutrientes siguió el orden: hojas > corteza > raíces medias > ramas finas > raíces finas > albura > raíces gruesas > duramen, el orden de la acumulación de nutrientes en rodales maduros fue Ca > N > K > P > Mg > S (Peri *et al.*, 2008a).

Este tipo de información puede asistir a cuantificar el impacto de diferentes prácticas silvícolas y establecer pautas de manejo que tiendan a mantener la productividad del sistema silvopastoril en ñirantales a largo plazo. Por ejemplo, si el raleo forma parte del manejo silvícola, sería conveniente descortezar los fustes antes de retirarlos, evitando de esta manera la exportación fundamentalmente de Ca del sistema. Asimismo, al raleo y extraer árboles quedaría en el subsuelo las raíces que, al descomponerse, aportaría P que puede ser aprovechado por las pasturas. Con respecto al N, se podría hacer un raleo por lo bajo con una intensidad de extracción de hasta el 75 %, ya que el aporte de solo los árboles dominantes alcanza para cubrir los requerimientos del pastizal.

Sin embargo, numerosos factores afectan la disponibilidad efectiva de nutrientes al pastizal y al sistema en general, entre ellos, las tasas de descomposición, mineralización, el contenido de lignina, y otros.

Existen antecedentes donde se cuantificó el aporte anual, la distribución espacial y temporal de hojarasca y retorno potencial de nutrientes en bosques de ñire bajo manejo

silvopastoril desarrollándose en diferentes clases de sitio (Peri *et al.*, 2008b; Bahamonde *et al.*, 2009b), e información sobre tasas de descomposición y mineralización en bosques con uso silvopastoril de Tierra del Fuego (Moretto *et al.*, 2005; 2006; Bahamonde *et al.*, 2009b). En este sentido, se determinó que la producción total de hojarasca en sistemas silvopastoriles de ñire fluctuó desde 967 a 2.117 kg MS/ha siendo mayor bajo copas (84 % del total) y durante el mes de abril (50 - 60 % del total). Asimismo, el retorno potencial de nutrientes (principalmente N) a través de la caída de hojarasca fue de 11,3 kg/ha y la descomposición de hojas fue un 10 % mayor en la posición entre copas (transmisibilidad de 66 %).

La liberación de nutrientes de las hojas en descomposición varió en magnitud según el grado de luminosidad y los elementos evaluados. El N fue liberado de las hojas descomponiéndose bajo copas, mientras que entre copas fue inmovilizado. El P fue mineralizado en similares valores en las dos coberturas, el K fue inmovilizado en las dos situaciones de cobertura con distintas magnitudes.

Si bien rodales bajo uso silvopastoril disminuyen el aporte de hojarasca (principalmente por la disminución del número de árboles) y por ende su retorno potencial de nutrientes al suelo del bosque, esta disminución podría ser compensada en el corto plazo por una mayor descomposición de la materia orgánica en el lugar con mayor apertura de dosel o transmisibilidad.

**Cuadro N° 3**  
**ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES (kg/ha) EN DIFERENTES RODALES DE Nothofagus antarctica BAJO USO SILVOPASTORIL DESARROLLÁNDOSE EN DOS CLASES DE SITIO (CS) EN PATAGONIA, ARGENTINA.**

Pool	CS IV										CS V										
	Rodal 1.					Rodal 2.					Rodal 3.										
	Edad: 196 años; N: 180 árboles ha <sup>-1</sup> ; DAP: 30,5 cm %Clases de Copa: D: 78, C: 22, I: 0, S: 0					Edad: 187 años; N: 200 árboles ha <sup>-1</sup> , DAP: 20,2 cm %Clases de Copa: D: 60, C: 40, I: 0, S: 0					Edad: 101 años, N: 480 árboles ha <sup>-1</sup> , DAP: 12,3 cm %Clases de Copa: D: 67, C: 33, I: 0, S: 0										
	N	P	K	Ca	S	Mg	Total	N	P	K	Ca	S	Mg	Total	N	P	K	Ca	S	Mg	Total
Hojas	24,1	3,3	9,2	9,0	2,7	2,1	50,4	9,2	1,3	2,4	5,7	1,0	1,2	20,7	15,9	1,8	3,3	7,8	1,5	2,7	33,1
Ramas finas	15,2	2,8	10,9	34,5	3,5	2,7	69,6	8,2	1,1	2,7	12,7	1,3	2,4	28,3	13,2	1,9	4,1	17,9	2,0	3,9	43,0
Fuste	84,2	7,7	24,8	33,8	16,9	8,4	175,8	40,1	7,3	20,2	42,1	5,6	6,1	121,4	66,5	10,7	33,3	69,0	9,6	10,9	200,0
Corteza	16,6	1,3	14,9	147,0	6,4	4,1	190,3	12,6	0,9	3,2	80,1	2,7	3,2	102,7	19,0	2,7	7,1	88,2	4,4	6,4	127,8
Raíces finas	0,7	0,5	0,9	2,4	0,3	0,6	5,4	0,4	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	1,7	0,7	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	2,6
Raíces medias	8,2	4,8	10,9	32,2	2,7	3,1	61,9	8,1	2,0	4,0	24,6	2,0	2,9	43,5	15,5	5,2	7,1	39,4	3,0	5,1	75,2
Raíces gruesas	31,0	20,2	33,4	21,6	9,5	4,7	120,4	37,9	24,3	29,4	24,8	10,8	8,7	135,8	56,1	26,4	35,6	21,8	16,0	13,2	169,2
<b>Total</b>	<b>180,0</b>	<b>40,6</b>	<b>105,0</b>	<b>280,5</b>	<b>42,0</b>	<b>25,7</b>	<b>673,8</b>	<b>116,5</b>	<b>37,0</b>	<b>62,1</b>	<b>190,5</b>	<b>23,4</b>	<b>24,7</b>	<b>454,2</b>	<b>187,0</b>	<b>48,9</b>	<b>90,8</b>	<b>244,8</b>	<b>36,6</b>	<b>42,7</b>	<b>650,9</b>
Pool	CS III										CS IV										
	Rodal 3.					Rodal 4.					Rodal 5.										
	Edad: 104 años, N: 440 árboles ha <sup>-1</sup> , DAP: 24,4 cm %Clases de Copa: D: 73, C: 27, I: 0, S: 0					Edad: 101 años, N: 480 árboles ha <sup>-1</sup> , DAP: 12,3 cm %Clases de Copa: D: 67, C: 33, I: 0, S: 0					Edad: 101 años, N: 480 árboles ha <sup>-1</sup> , DAP: 12,3 cm %Clases de Copa: D: 67, C: 33, I: 0, S: 0										
	N	P	K	Ca	S	Mg	Total	N	P	K	Ca	S	Mg	Total	N	P	K	Ca	S	Mg	Total
Hojas	38,3	4,6	14,7	14,3	4,0	3,6	79,5	15,9	1,8	3,3	7,8	1,5	2,7	33,1	15,9	1,8	3,3	7,8	1,5	2,7	33,1
Ramas finas	20,9	3,7	15,8	47,7	4,6	4,3	97,0	13,2	1,9	4,1	17,9	2,0	3,9	43,0	13,2	1,9	4,1	17,9	2,0	3,9	43,0
Fuste	112,9	8,8	38,7	43,2	24,2	11,1	238,9	66,5	10,7	33,3	69,0	9,6	10,9	200,0	66,5	10,7	33,3	69,0	9,6	10,9	200,0
Corteza	16,3	2,9	28,3	127,8	8,5	6,7	190,5	19,0	2,7	7,1	88,2	4,4	6,4	127,8	19,0	2,7	7,1	88,2	4,4	6,4	127,8
Raíces finas	1,3	0,8	1,9	3,5	0,4	0,9	8,8	0,7	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	2,6	0,7	0,2	0,4	0,7	0,2	0,4	2,6
Raíces medias	11,8	8,0	19,4	42,7	3,9	5,1	90,9	15,5	5,2	7,1	39,4	3,0	5,1	75,2	15,5	5,2	7,1	39,4	3,0	5,1	75,2
Raíces gruesas	38,4	28,2	43,5	17,5	13,4	9,2	150,2	56,1	26,4	35,6	21,8	16,0	13,2	169,2	56,1	26,4	35,6	21,8	16,0	13,2	169,2
<b>Total</b>	<b>239,9</b>	<b>57,0</b>	<b>162,3</b>	<b>296,7</b>	<b>59,0</b>	<b>40,9</b>	<b>855,8</b>	<b>187,0</b>	<b>48,9</b>	<b>90,8</b>	<b>244,8</b>	<b>36,6</b>	<b>42,7</b>	<b>650,9</b>	<b>187,0</b>	<b>48,9</b>	<b>90,8</b>	<b>244,8</b>	<b>36,6</b>	<b>42,7</b>	<b>650,9</b>

Clases de copa: D: árboles dominantes, C: árboles codominantes, I: árboles intermedios, S: árboles suprimidos. Fuste: incluye albuca, duramen y pudriciones.  
 Ramas finas (< 1 cm diámetro), Raíces finas (< 2 mm), Raíces medias (entre 2 mm y 30 mm) y Raíces gruesas (> 30 mm).

## FIJACIÓN DE CARBONO

Actualmente son varios los estudios destinados a determinar la capacidad de secuestro de carbono (C) en los ecosistemas forestales, tanto en plantaciones con especies exóticas como en bosques nativos. Se ha demostrado que estos ecosistemas con un manejo adecuado pueden secuestrar mas carbono que otros ecosistemas terrestres (Dixon *et al.*, 1994), contribuyendo notablemente a la mitigación del cambio climático producido por el constante incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico.

Para los sistemas silvopastoriles de ñire se cuantificó el contenido de carbono (C) del componente arbóreo basado en modelos de árboles individuales en diferentes fases de desarrollo (envejecimiento 111 - 220 años, crecimiento óptimo 21 - 110 años, regeneración 5 - 20 años), clases de copa (dominante, codominante, intermedio, suprimido) y clases de sitio (desde una altura media de árboles dominantes desde 5 a 12 m) discriminado en sus principales compartimentos (hojas, ramas finas, albura, duramen, podredumbres, corteza, raíces finas y raíces gruesas).

Además se estimó la fijación de C en el componente pastizal del sotobosques y la distribución de C en el perfil del suelo hasta una profundidad de 0,6 m (Peri *et al.*, 2005d; Peri *et al.*, 2009d; Peri *et al.*, 2010).

A modo de ejemplo, la acumulación de C de un sistema silvopastoril desarrollándose en una Clase de Sitio IV (altura de los árboles dominantes de 7,8 m) con una densidad de 180 árboles/ha, de 196 años de edad y una proporción de clases de copa de 78 % dominantes y 22 % codominantes, fue de 252 t/ha, de las cuales 11,9 % fueron acumuladas en el estrato arbóreo, 1,4 % en el pastizal y 86,7 % en el suelo (Cuadro N° 4).

Es importante recalcar la importancia de evaluar la acumulación de C en los componentes subterráneos del estrato arbóreo (representó el 29,5 % del bosque) del sistema.

**Cuadro N° 4**  
**VALORES MEDIOS DE CARBONO (C) ACUMULADO EN DIFERENTES**  
**COMPARTIMENTOS DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN PATAGONIA SUR,**  
**ARGENTINA.**

<b>COMPONENTE ARBOREO</b>	<b>(tC/ha)</b>
Hojas	0,45
Ramas finas (< 1 cm)	1,03
Albura	7,32
Duramen	8,25
Corteza	3,65
Podredumbre	0,46
Raíces finas	0,14
Raíces gruesas	8,74
Total componente arbóreo	30,1
<b>COMPONENTE PASTIZAL</b>	
Hojas	0,44
Muerto	0,11
Macollo	0,36
Raíces	2,58
Total componente pastizal	3,5
<b>COMPONENTE SUELO</b>	
Mantillo (1 cm espesor)	7,4
Horizonte orgánico (0-3 cm)	13,6
Horizonte 1 mineral (3-10 cm)	17,6
Horizonte 2 mineral (10-30 cm)	81,2
Horizonte 3 mineral (30-60 cm)	98,6
Total componente suelo	218,5
Total del sistema silvopastoril	252,1

## **CONSERVACIÓN DEL ÑIRANTAL BAJO USO SILVOPASTORIL**

Los sistemas silvopastoriles en los ñirantales de Patagonia son sistemas productivos desarrollados en bosques nativos, por lo que es estratégico asegurar su sustentabilidad. El sistema de Criterios e Indicadores (C&I) permite abordar la complejidad de los sistemas silvopastoriles en forma jerárquica y lógica, otorgando herramientas para el monitoreo y fijando pautas de manejo (Rusch *et al.* (2009a). En este contexto, es importante contemplar (i) diseños adecuados de densidad de caminos, (ii) áreas de protección para el mantenimiento de la biodiversidad y servicios ambientales del bosque nativo, y (iii) sistemas permanentes de monitoreo que brinden información para mitigar los posibles efectos negativos de las intervenciones en el ñirantal y así elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad.

Según Rusch *et al.* (2009b), dos aspectos principales son claves para la sustentabilidad de los sistemas silvopastoriles en ñirantales; el mantenimiento de la

capacidad productiva de los componentes arbóreo y forrajero, y el mantenimiento o mejora del bienestar de los actores asociados al manejo. Sugerencias y detalles respecto a este tema se encuentran en Rusch *et al.* (2004), Gallo *et al.* (2004), Carabelli y Peri (2005), Rusch *et al.* (2009a,b).

Como orientación, se debe considerar y privilegiar el uso y habilitación de caminos existentes en los predios, excepto en situaciones en las que su utilización pudiera provocar o agravar procesos erosivos. Según lo citado por Rusch *et al.* (2004), la densidad de caminos debe ser preferentemente menor a 30 m/ha. El área alterada por la red de caminos no debe superar un 5 % de la superficie manejada. Al trazar caminos en valles o cerca de ellos, se debe evitar localizarlos al pie de laderas inestables o áreas de mucha humedad. Las pendientes máximas no deben superar el 12 %, excepcionalmente podrán trazarse tramos no mayores a 50 metros de longitud con 15 % de pendiente. El camino debe tener una pendiente transversal o bombeo del 3 al 5 %. Detalles de los elementos de diseño de los caminos y drenajes se presentan en Rusch *et al.* (2004).

Áreas de protección y biodiversidad: Dentro de los predios deben considerarse áreas de conservación. Respecto a los cauces de ríos y arroyos se deberá dejar una zona de protección de 15 a 60 m (Rusch *et al.*, 2004). Los márgenes de lagunas y cauces deberían mantener la vegetación arbórea o arbustiva original minimizando las aberturas para el consumo por parte de los animales.

Además, la propuesta de manejo podría incluir la formación de bosques coetáneos en etapas sucesivas (cada 20 años, por ejemplo) de manera de establecer, a una escala de predio, bosques disetáneos que permitan mantener en todo momento bosques maduros e individuos en desmoronamiento que favorezcan la biodiversidad del sistema. En este sentido, para el mantenimiento de aves insectívoras de tronco deberán dejarse individuos enfermos y muertos; y mayores a 40 cm de diámetro para el anidamiento de aves como el carpintero magallánico o la lechuza ñacurutú (Gallo *et al.*, 2004; Rusch *et al.*, 2004). Asimismo, áreas de mantenimiento de arbustos permitirán la conservación de numerosas especies de aves e insectos (Rusch *et al.*, 2004).

Monitoreo de las intervenciones: Debido al largo plazo que caracteriza a los procesos que ocurren en los bosques, resulta imprescindible monitorear los efectos de las intervenciones como el impacto en la producción, biodiversidad y estabilidad del rodal respecto al viento. A mediano y largo plazo se necesita evaluar el efecto del raleo a través de la instalación de parcelas permanentes de muestreo. Estas mediciones no solo contribuirán con información para mitigar los posibles efectos negativos para el ñirantal, sino que permitirán elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales o nacionales de fiscalización y control. Las variables a monitorear se podrían basar en un principio en los indicadores presentados por Rusch *et al.* (2004) a escala predial y por Carabelli y Peri (2005) a escala provincial.

La confirmación de C&I locales para el uso silvopastoril del bosque de ñire, contribuirá a la definición de los estándares Nacionales necesarios para los procesos de ecocertificación a escala predial. Esto adquiere especial relevancia para las empresas y

---

productores que deseen obtener mercados internacionales que requieren la certificación de buen manejo forestal y ganadero.

## PAUTAS DE MANEJO

El uso sustentable de los bosques nativos toma relevancia a partir de la promulgación de la *Ley de Presupuestos Mínimos Ambientales* para la protección de los bosques nativos, la cual podría financiar parte de los costos del manejo. Actualmente no se registran prácticamente Planes de Manejo presentados en las Direcciones de Bosques provinciales para el uso de los bosques de ñire en el marco del uso silvopastoril, presentándose además un insuficiente marco legal vigente en las provincias patagónicas que contemple el uso ganadero en estas masas forestales (Picco y Escalona, 2008).

Un manejo forestal sustentable debe abordar tres aspectos fundamentales; ser ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable. En este sentido, un rol importante de los organismos estatales sería reglamentar el uso de los bosques de ñire a través de planes de manejo. El uso silvopastoril en Patagonia Sur tendría que incorporar Planes de Manejo de largo plazo que tiendan a mantener en el tiempo los niveles de uso del bosque nativo de ñire ajustándose a las leyes forestales provinciales y nacionales, y que sirva como herramienta de los organismos de fiscalización y control. Para que se incorpore este mecanismo para el uso sustentable de los bosques nativos de ñire en Direcciones de Bosques provinciales, o como herramienta para el asesoramiento de los extensionistas al sector productivo, será necesario cumplimentar con los requisitos que se requieren para el manejo de las demás especies forestales nativas. En este contexto, fueron propuestas pautas generales para el manejo silvopastoril de los bosques nativos de ñire en Patagonia que tiendan a maximizar la producción del sistema y propender a su conservación (Peri *et al.*, 2009a).

Los productores deberían cumplimentar las siguientes etapas a lo largo del sistema de producción:

(a) Realizar un inventario forestal para determinar las variables biométricas y geográficas de los bosques de ñire que se usarán como sistema silvopastoril. Estas deberán incluir la densidad y estado de la regeneración.

(b) Con los resultados del inventario forestal, la información productiva de la empresa y los objetivos del manejo del recurso forestal bajo estudio, se elabora un Plan de Manejo que incluye la información de base (estado legal, forestal y económico) y la planificación de las actividades silvícolas (raleos y/o protección de la regeneración) y de aprovechamiento para un período variable (se recomienda 5 años).

(c) En el caso de ser necesario de deben solicitar los permisos correspondientes para la construcción de los caminos de acceso.

(d) Una vez definidos las áreas de corta (área anual a intervenir), se deben realizar la marcación, la ubicación de las vías de saca y los canchones de acopio.

(e) Una vez realizado la corta, se realiza la extracción de los productos madereros a los canchones de acopio. La mayoría de las veces los productos madereros deben ser fiscalizados antes de ser extraídos de los canchones de acopio.

(f) Para garantizar el uso silvopastoril de los ñirantales en el marco de la sustentabilidad también es necesario que el Plan de Manejo incorpore una Evaluación de Pastizales.

La Evaluación de Pastizales (utilizando por ejemplo el Método San Jorge-Ñirantal Sur previamente señalado) previa y posterior a las intervenciones silvícolas tendrá el objetivo de proveer información que permita tomar decisiones de manejo para optimizar la producción ganadera en los sistemas silvopastoriles.

La Evaluación de Pastizales dará lugar al la Planificación del Pastoreo, el cual consiste en determinar el número de animales (carga animal) y la época de uso de cada potrero. Se recomienda una dimensión de potrero no mayor a 1000 ha. Las etapas de la Planificación del Pastoreo son:

- (1) Estimación de la receptividad de los potreros.
- (2) Asignación de tipo de animal por potrero priorizando según situación, objetivos y requerimientos.
- (3) Definición del sistema de pastoreo analizando las ventajas de pastoreo continuo versus pastoreo rotativo.
- (4) Definición de número de cabezas según receptividad, categoría animal y época de uso. Cada 2 años será necesario realizar un monitoreo del pastizal para evaluar la respuesta del pastizal a los raleos.

(g) Dentro de los predios deben considerarse las áreas de conservación del ñirantal como se señalara previamente.

## **CONCLUSIONES Y LINEAMIENTOS FUTUROS**

Los resultados de las investigaciones y experiencias productivas posicionan a los sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire como una alternativa productiva en varias regiones de Patagonia.

Se ha avanzado en el conocimiento de estos sistemas principalmente en la producción y calidad del componente forrajero e interacciones con el estrato arbóreo, y en menor medida en los aspectos relacionados a la producción animal. Además se destacan los avances en los estudios de ecofisiología y pautas para la conservación del ñirantal bajo uso silvopastoril.

El conocimiento de estas interrelaciones entre árboles-pastos-animales brinda



actualmente herramientas para el manejo del sistema silvopastoril, las cuales optimizarán la producción y la sustentabilidad del recurso. Sin embargo, por tratarse de sistemas complejos, aún resta profundizar varios aspectos relacionados al manejo de estos sistemas silvopastoriles en Patagonia.

En este sentido, como lineamientos futuros de acción para el sector de investigación, productores e instituciones dedicadas al desarrollo se sugiere:

Profundizar estudios relacionados a la producción y manejo animal a escala de establecimientos durante todo un ciclo productivo.

Fortalecer la factibilidad de instalación de industrias primarias o secundarias alternativas (producción de tableros, parquet, muebles) con el fin de aumentar el valor agregado de los productos madereros provenientes de los sistemas silvopastoriles.

Seguir profundizando estudios de ecofisiología ya que permitirán entender los procesos e interacciones de estos sistemas como apoyo para un mejor manejo.

Si bien existen antecedentes de estudios económicos en sistemas silvopastoriles con ñire (Claps *et al.*, 2004), es importante brindar herramientas económicas actualizadas y a diferentes escalas (predial y provincial) en el marco del uso silvopastoril.

Además, son necesarios futuros estudios que profundicen sobre el impacto a nivel paisaje, la conectividad para la vida silvestre a escala regional, el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ambientales.

Por último, es imprescindible integrar el conocimiento generado con políticas de desarrollo local, provincial y nacional para la expansión y mejor uso de los sistemas silvopastoriles en Patagonia.

## REFERENCIAS

**Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., 2009a.** Variaciones microclimáticas en bosques primarios y bajo uso silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en dos Clases de Sitio en Patagonia Sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 289-296. Posadas, Misiones, Argentina.

**Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Moretto, A., Monelos, L., 2009b.** Producción de hojarasca, descomposición y dinámica de liberación nutrientes de hojas en un sistema silvopastoril de *Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst. en Patagonia Sur, Argentina. Proceedings XIII World Forestry Congress, FAO. Theme: 1. Forests and biodiversity, Subtheme: 1.2 Deforestation and forest fragmentation, Buenos Aires, 18-25 Octubre 2009.

**Bonino, N., 2006.** Interacción trófica entre el conejo silvestre y el ganado doméstico en el noroeste de la Patagonia Argentina. *Ecología Austral* 16: 135-142.

**Carabelli, E., Peri, P.L., 2005.** Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego – Una herramienta metodológica para la determinación de los C&I en Patagonia, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires. ISBN 987-521-178-8.

**Claps, L, Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Vukasovic, R., 2004.** Proyecto de Factibilidad. Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia. Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON). Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR. 48 pp.

**Dixon, R.; Brown, S.; Houghton, R.; Solomon, A.; Trexler, M.C.; Wisniewsky, J., 1994.** Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263: 185-190.

**Fertig, M., 2006.** Producción de carne bajo distintos sistemas de pastoreo en ñirantales del Noroeste del Chubut. Carpeta Técnica, Ganadería Nº 21, Junio 2006. EEA INTA Esquel.

**Fertig, M., Hansen, N., Tejera, L., 2007.** Producción forrajera en bosques de *Nothofagus antarctica* (ñire). Actas IV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales, 19 pp. San Luis, Argentina.

**Fertig, M., Hansen, N., Tejera, L., 2009.** Productividad y calidad forrajera en raleos en bosques de ñire *Nothofagus antarctica*. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.

**Gallo, E., Lencinas, M.V., Peri, P.L., 2004.** Biodiversidad en ñirantales. Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 645-670. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

**Gargaglione, V., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., 2008.** Estimación de la biomasa aérea y subterránea de *Nothofagus antarctica* para diferentes clases de copa y edades. Actas Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – Eco*Nothofagus* 2008, pp. 131-136. Esquel, Chubut.

**Gargaglione, V., Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Rubio, G., 2009.** Contenido de N, P y K en rodales de *Nothofagus antarctica* bajo un sistema silvopastoril en Santa Cruz, Argentina. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 104-109. Posadas, Misiones, Argentina.

**Gargaglione, V., Peri, P.L., Rubio, G., 2010.** Allometric relations for biomass partitioning of *Nothofagus antarctica* trees of different crown classes over a site quality gradient. *Forest Ecology and Management* 259: 1118-1126.

**Hansen, N., Fertig, M., Escalona, M., Tejera, L., Opazo, W., 2008.** Ramoneo en

---

regeneración de ñire y disponibilidad forrajera. Actas de la Segunda Reunión sobre Nothofagus en la Patagonia – EcoNothofagus 2008. Esquel, Chubut, pp. 137-142.

**Ivancich, H., Soler, E., Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Bahamonde, H., 2009.** Índice de densidad de rodal aplicado al manejo silvopastoril en bosques de ñire (Nothofagus antarctica) en Patagonia sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 245-250. Posadas, Misiones, Argentina.

**Ivancich, H., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Peri, P.L., 2010.** Stand growth model for Nothofagus antarctica primary forests. Actas VI Southern Connection Congress, Session Ecology, Bariloche, Río Negro, Argentina, 15-19 Febrero 2010.

**Laclau, P., 1997.** Los ecosistemas forestales y el hombre en el sur de Chile y Argentina. Boletín Técnico N° 34. Fundación Vida Silvestre Argentina, pp. 120.

**Manacorda, M., Somlo, R., Pelliza Sbriller, A., Willems, P., 1996.** Dieta de ovinos y bovinos en la región de los bosques de ñire (Nothofagus antarctica) de Río Negro y Neuquén. Comunicación Técnica N° 59, Serie Pastizales Naturales, Área Recursos Naturales, INTA EEA Bariloche.

**Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Peri, P.L., 2008.** Potencialidad de la cosecha y rendimiento industrial de bosques de Nothofagus antarctica en Tierra del Fuego (Argentina). Actas IV Congreso Chileno de Ciencias Forestales, 10 pp. Talca, Chile, 1-3 Octubre 2008.

**Moretto, A., Escobar, J., Peri, P.L., Livraghi, E., 2005.** Tasa de descomposición en bosques de Nothofagus antarctica con uso silvopastoril en Tierra del Fuego. Actas XXX Jornadas Argentinas de Botánica, pp. 104. Rosario, Santa Fe.

**Moretto, A., Escobar, J., Peri, P.L., Taier, R., 2006.** Producción, descomposición y mineralización en bosques de Nothofagus antarctica con uso silvopastoril en Tierra del Fuego. Actas XXII Reunión Argentina de Ecología (ASAE), pp. 270. Córdoba.

**Ormaechea, S.G., Peri, P.L., Molina, R., Mayo, J.P., 2009.** Situación y manejo actual del sector ganadero en establecimientos con bosque de ñire (Nothofagus antarctica) de Patagonia sur. Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles, pp. 385-393. Posadas, Misiones, Argentina.

**Ormaechea, S.G., Peri, P.L., 2011.** Comparación de dos tipos de manejo del pastoreo ovino en la zona de ecotono bosque-estepa en Patagonia Sur. Actas IX International Grassland Congress, Rosario, Santa Fe, Argentina.

**Peri, P.L., 2005.** Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. IDIA XXI Forestal. Año V. N ° 8 pp. 255-259.

**Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Monelos, L., Allogia, M., Livraghi, E., Christiansen, R., Sturzenbaum, M.V., 2005a.** Sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire: una

estrategia para el desarrollo sustentable en la Patagonia Sur. En: Dinámicas Mundiales, Integración Regional y Patrimonio en Espacios Periféricos (Eds. Zárate R. y Artesi L.), pp.251-259. Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos.

**Peri, P.L., Sturzenbaum, M.V., Monelos, L., Livraghi, E., Christiansen, R., Moretto, A., Mayo, J.P., 2005b.** 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, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., 2005c.** Cambios en la compartimentalización aérea y subterránea de los macro nutrientes en gradientes de edad y clases de copa. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Silvicultura Bosque Nativo, 10 pp., Corrientes.

**Peri, P.L., Viola, M.; Martínez Pastur, G., 2005d.** Estimación del contenido de carbono en bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Deforestación, 9 pp., Corrientes.

**Peri, P.L., Monelos, H.L., Bahamonde, H.A., 2006a.** Evaluación de la continuidad del estrato arbóreo en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* bajo uso silvopastoril con ganado ovino en Patagonia Sur, Argentina. Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible. Varadero, Cuba, 6 pp.

**Peri, P.L., Sturzenbaum, M.V., Rivera, E.H., Milicevic, F., 2006b.** Respuesta de bovinos en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur, Argentina. Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible, 7 pp., Varadero, Cuba.

**Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., 2006c.** Dynamics of above- and below-ground biomass and nutrient accumulation in an age sequence of *Nothofagus antarctica* forest of Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 233: 85-99.

**Peri, P.L., 2008.** Respuesta de ovinos a pastizales creciendo en diferentes cobertura de copas en sistemas silvopastoriles de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur, Argentina. *Zootecnia Tropical* 26(3): 363-366.

**Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., 2008a.** Above- and belowground nutrients storage and biomass accumulation in marginal *Nothofagus antarctica* forests in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 255: 2502-2511.

**Peri, P.L., Bahamonde, H., Monelos, L., Martínez Pastur, G., 2008b.** Producción de hojarasca en bosques primarios y bajo manejo silvopastoril de *Nothofagus antarctica* en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Actas Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – Eco*Nothofagus* 2008, pp. 149-155. Esquel, Chubut.

**Peri, P.L., 2009a.** Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles, pp. 335-

---

342, Posadas, Misiones, Argentina.

**Peri, P.L., 2009b.** Método Ñirantal Sur -San Jorge: una herramienta para evaluar los pastizales naturales en bosques de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, pp. 33-38, Sección 9. Producción Animal. Edición EEA Santa Cruz.

**Peri, P.L., Hansen, N., Rusch, V., Tejera, L., Monelos, L., Fertig, M., Bahamonde, H., Sarasola, M. 2009a.** 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. Posadas, Misiones, Argentina.

**Peri, P.L., Ormaechea S., Huertas L. 2009b.** Protección de renovales de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, pp. 15-16, Sección 4. Producción Forestal. Edición EEA Santa Cruz.

**Peri, P.L., Mayo J.P., Christiansen R., 2009c.** Evaluación de la producción y calidad de trébol blanco en sistemas silvopastoriles en ñirantales de Patagonia. Actas V Congreso Nacional – II Congreso Mercosur – I Jornada Técnica de Productores Sobre Manejo de Pastizales Naturales, pp. 176-177, Corrientes, 13-14 Agosto 2009.

**Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Gargaglione, V., Lencinas, M.V., 2009d.** Aboveground and belowground carbon sequestration in a silvopastoral system of *Nothofagus antarctica* forests in Southern Patagonia, Argentina. Proceedings XIII World Forestry Congress, FAO. Theme: 1. Forests and biodiversity, Subtheme: 1.2 Deforestation and forest fragmentation, Buenos Aires, 18-25 Octubre 2009.

**Peri, P.L., Gargaglione, V., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., 2010.** Carbon accumulation along a stand development sequence of *Nothofagus antarctica* forests across a gradient in site quality in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 260: 229-237.

**Picco, O., Escalona, M., 2008.** Sistemas productivos de *Nothofagus antarctica* en la Patagonia Argentina; Análisis de la legislación vigente. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – Eco*Nothofagus* 2008. Esquel, Chubut, pp. 205-212.

**Quinteros, C.P., Hansen, N., Kutschker, A., 2008.** Diferenciación de la vegetación del sotobosque en diferentes tipos de bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) bajo uso silvopastoril. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – Eco*Nothofagus* 2008. Esquel, Chubut, pp. 44.

**Rusch, V., Roveta, R., Peralta, C., Márques, B., Vila, A., Sarasola, M., Todaro, C., Barrios, D., 2004.** Indicadores de sustentabilidad en sistemas silvopastoriles. Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 681-797. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.

**Rusch, V., Sarasola, M., Hansen, N., Roveta, R., 2009a.** Criterios e Indicadores como Método para guiar la Sustentabilidad. a-Principios generales, y Criterios e Indicadores ambientales en sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.

**Rusch, V., Sarasola, M., Hansen, N., Roseta, R., 2009b.** Criterios e Indicadores como Método para guiar la Sustentabilidad. b-Aspectos productivos y socioeconómicos en sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina.

**Sarasola, M., López, D., Gaitán, J., Siffredi, G., 2008a.** Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques de ñire en la cuenca del río Foyel. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – Eco*Nothofagus* 2008. Esquel, Chubut, pp. 156-164.

**Sarasola, M., Fernández, M.E., Gyenge, J., Peyrou, C., 2008b.** Respuesta de los ñire al raleo en la cuenca del río Foyel. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – Eco*Nothofagus* 2008. Esquel, Chubut, pp. 47.

**SAyDS, 2005.** Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, pp. 86.

**Somlo, R., Bonvissuto, G., Schlichter, T., Laclau, P., Peri, P.L., Allogia, M., 1997.** Silvopastoral use of Argentine Patagonian forest. En: Temperate Agroforestry System (Ed. Gordon A.M. and Newman S.M.), pp. 237-250. Editorial CAB International, Wallingford, UK.

**Tejera, L., Hansen, N., Fertig, M., 2005.** Efecto de la cobertura arbórea y del pastoreo vacuno sobre el establecimiento de la regeneración de *Nothofagus antarctica* (G. Forst) Oerst. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, 7 pp.

---

# CONSERVATION BUFFERS DESIGN GUIDELINES FOR BUFFERS, CORRIDORS, AND GREENWAYS

Straight, Richard<sup>1</sup> and Bentrup, Gary<sup>2</sup>

## SUMMARY

A large body of scientific knowledge exists to help guide the planning and designing of buffers. Unfortunately, this information is widely dispersed throughout the vast repositories of research literature and is not easily accessible or usable for most planners. The purpose of this publication is to provide a synthesis of this diverse knowledge base into distilled, easy-to-understand design guidelines.

Over 80 illustrated design guidelines for conservation buffers are synthesized and developed from a review of over 1,400 research publications. Each guideline describes a specific way that a vegetative buffer can be applied to protect soil, improve air and water quality, enhance fish and wildlife habitat, produce economic products, provide recreation opportunities, or beautify the landscape.

These science-based guidelines are presented as easy-to-understand rules-of-thumb for facilitating the planning and designing of conservation buffers in rural and urban landscapes.

The guide also provides a logical and easy to use process for determining the buffer design features needed to create multi-functional conservation buffers. The online version of the guide includes the reference publication list as well as other buffer design resources [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net).

**Keywords:** Buffer, conservation planning, conservation practice, corridor, filter strip, greenway, riparian, streamside management zone, windbreak.

---

<sup>1</sup> US Department of Agriculture, National Agroforestry Center, United States, [rstraight@fs.fed.us](mailto:rstraight@fs.fed.us)

<sup>2</sup> US Department of Agriculture, National Agroforestry Center, United States, [gbentrup@fs.fed.us](mailto:gbentrup@fs.fed.us)

## ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO PARA CONSERVACIÓN LINEAMIENTOS PARA DISEÑO DE ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO, CORREDORES Y VÍAS VERDES

### RESUMEN

Existe un cuantioso acervo de conocimientos científicos para guiar la planeación y el diseño de zonas de amortiguamiento. Infortunadamente, esta información está ampliamente dispersa a través de los vastos repositorios de literatura de investigación y no es fácilmente accesible o utilizable para la mayoría de planificadores. El objetivo de esta publicación es brindar una síntesis de esta diversa base de conocimientos en lineamientos de diseño condensados y fáciles de comprender.

A partir de la revisión de más de 1400 publicaciones de investigación, se sintetizan, formulan e ilustran más de 80 lineamientos de diseño para zonas de amortiguamiento para conservación. Cada lineamiento describe una manera específica en que una zona de amortiguamiento vegetativa se puede aplicar para proteger el suelo, mejorar la calidad del aire y del agua, mejorar el hábitat acuático y de la flora y fauna silvestre, generar productos económicos, brindar oportunidades recreativas o embellecer el paisaje.

La exposición de estos lineamientos, con base científica, se desarrolla en forma de reglas empíricas fáciles de entender a fin de facilitar la planificación y el diseño de zonas de amortiguamiento para conservación en paisajes rurales y urbanos.

La guía también proporciona un proceso lógico y de uso fácil para determinar las características de diseño de las zonas de amortiguamiento necesarias para crear áreas de amortiguamiento y conservación multifuncionales.

La versión de esta guía en el Internet incluye una lista de referencias bibliográficas de la publicación, así como también otros recursos para diseñar zonas de amortiguamiento: [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net).

**Palabras clave:** Zona de amortiguamiento, planificación de conservación, práctica de conservación, corredor, franja de filtro, vía verde, ripícola, zona de gestión de márgenes ribereñas, cortinas cortavientos.



## INTRODUCTION

Conservation buffers are strips or bands of vegetation placed in the landscape to improve ecological processes that have been impaired as a result of human land uses and management. These buffers also provide a variety of goods and services on site as well as the larger landscape and community, sometimes referred to as environmental services. Conservation buffers are called by many names depending on the location, cultural context, and professional discipline; wildlife corridors, greenways, windbreaks, hedgerows, trap strips, and filter strips are a few of the common names.

Conservation buffers are not inherently agroforestry practices, indeed most conservation buffers have no relationship to agroforestry systems and practices. Historically, conservation buffers have been designed to serve one purpose, trap sediment, reduce wind speed, slow water movement, others. All of which are intended to ameliorate the detrimental impacts to the environment, often water quality, created by large scale, single purpose land use management. Agroforestry systems on the other hand are designed to serve many functions including modification of temperature and hydrology, diversity of crops and products to increase economic diversity and stability through intensive management that takes advantage of the interactions between perennial and annual crops.

However, many of the characteristics of conservation buffers that make them effective are what make agroforestry systems productive and sustainable. Conservation buffers and agroforestry systems both introduce permanent and perennial vegetation into what are often annual cropping systems. Both also introduce plant species and structure diversity into the landscape of monoculture or at least minimally diverse cropping systems. These characteristics also influence micro-climate and add resiliency to the land use system.

Conservation buffers are designed and implemented to address many issues and to achieve many different land manager and societal objectives. The many buffer objectives can be grouped into seven major issues: Water quality, biodiversity, productive soils, economic opportunities, protection and safety, aesthetics and visual, and outdoor recreation. The design objectives of buffers are achieved by enhancing certain landscape functions. Most buffers will perform more than one function, even if designed with only one function in mind. This means that buffers may also function in ways that may not be desirable in every situation. These landscape functions are greatly influenced by the landscape position, the structure of the buffer created by the size, shape, and structure of the vegetation, and the juxtaposition of the buffer to other buffers and land uses.

It doesn't take much consideration to realize that designing conservation buffers and agroforestry practices to meet more than just a few objectives can become complicated and even daunting to the land manager or resource conservation professional. In this day and age of increased awareness of climate change, necessity of increased food production, clean air and water, expectations of wildlife protection, safe food, and energy efficiency the expectations of food, fiber, and energy production continue to increase. There is no shortage of agencies, organizations, and universities searching for solutions to these many issues and problems. Consequently a large body of scientific knowledge

exists to help guide the planning and designing of buffers. But research, often by its very nature, focuses on the effect of changing one element while keeping all else constant. One can see how different the research context is from the land manager's situation in which possibly only one thing can be kept constant while everything else changes in the field. As well, the many diverse objectives of conservation buffers and agroforestry systems lead to relevant research being done within many different areas of discipline and residing in vast repositories of research literature that is not easily accessible or usable for most planners.

## **OBJECTIVES**

Throwing one's hands into the air in exasperation or burying one's head in the sand are not acceptable responses, the world moves on with or without us. An attempt by the United States Department of Agriculture's National Agroforestry Center to reign in the complex nature of designing conservation buffers to achieve multiple objectives across a multitude of situations resulted in "Conservation Buffers: Design Guidelines for Buffers, Corridors, and Greenways", referred to as the Buffer Guide (Bentrup, 2008).

The purpose of the Buffer Guide is to provide a synthesis of the available and diverse knowledge into distilled, easy-to-understand design guidelines.

## **METHODS**

An extensive literature review was undertaken across a diverse array of disciplines, journals, and countries in order to accumulate a full compendium of research related to conservation buffers. In all, over 1,400 research articles were determined to have relevant conclusions.

Research results were evaluated and compared to determine the range of buffer design criteria as they relate to buffer function and the degree of confidence of results to achieve buffer objectives. Synthesis of research continued to create specific guidelines organized by thirty-five buffer functions for which research has been undertaken. The information was then organized into a draft Buffer Guidelines field book for field testing.

The draft Buffer Guide field book was presented to a sample of natural resource professionals currently engaged in designing conservation buffers for agricultural producers. Participants were asked to provide comment on the accuracy, convenience, and ease of finding relevant information for designing conservation buffers.

Recommendations focused on three elements of the Buffer Guide:

Graphics to depict each of the guidelines

Organize information according to primary issues of concern

Small enough and resistant to water for use in the field.

## RESULTS

The Buffer Guide contains over 80 graphically-depicted design guidelines developed from more than 1,400 research articles from disciplines as diverse as agricultural engineering, conservation biology, economics, hydrology, landscape ecology, social sciences, and urban ecology.

The Buffer Guide is not a cookbook for designing conservation buffers. Rather it is a synthesis of the best available science that can be combined as needed to create customized conservation buffers. Some of the guidelines reflect many years of research and are offered with a high level of confidence while other guidelines are based on limited research and reflect a greater degree of extrapolation to generalize them.

There are still many gaps in our understanding of buffers and their ecological and socioeconomic functions and impacts.

The planner must weave these guidelines together with first-hand knowledge of the site, the landscape, and landowner goals to create a design that optimizes benefits and minimizes potential problems.

Consequently, the Buffer Guide should not serve as a sole source for design information, but rather as a means to facilitate and communicate the design process.

### Structure of the Buffer Guide

The Buffer Guide is organized into seven sections, one for each major environmental issue: water quality, biodiversity, productive soils, economic opportunities, protection and safety, aesthetics and visual, and outdoor recreation.


Each section begins with a list of the objectives that can be achieved within the specific issue in question followed by the different buffer functions that are at work to help accomplish the stated objectives.

A matrix is then presented to display the design guidelines that are relevant for each buffer function. This design guidelines matrix is then followed by a similar matrix containing additional design guidelines that may be useful in addressing the primary issue (Figure 1).

The guidelines in this second matrix are numbered according to the section of the Buffer Guide where they can be found. These two matrices allow the planner to determine which guidelines will influence any given buffer function.

This becomes particularly useful when designing buffers to achieve multiple objectives or address multiple issues. Table 1 is a summary of seven issues, 18 objectives, and 35 buffer functions.

The Buffer Guide also contains an introductory section on how to use the Guide to assist in designing multi-functional buffers as well as a brief glossary of terms at the end.



## 3. Productive Soils

**Objectives**

- Reduce soil erosion
- Increase soil productivity

**Buffer functions**

1. Reduce water runoff energy
2. Reduce wind energy
3. Stabilize soil
4. Improve soil quality
5. Remove soil pollutants

<b>Design Guidelines for Productive Soils</b>	<b>Buffer Functions</b>				
	Reduce water runoff energy	Reduce wind energy	Stabilize soil	Improve soil quality	Remove soil pollutants
3.1 Buffers and cropland management	✓	✓	✓	✓	
3.2 Windbreaks for wind erosion	✓	✓	✓	✓	
3.3 Herbaceous wind barriers	✓	✓	✓	✓	
3.4 Grassed waterways	✓				
3.5 Phytoremediation buffers	✓	✓	✓	✓	✓

Productive Soils

61

**FIGURE 1**  
**SAMPLE OPENING PAGE FOR A MAJOR ISSUE SECTION**

**TABLE 1**  
**BUFFER FUNCTIONS RELATED TO ISSUES AND OBJECTIVES**

<b>Issues and Objectives</b>	<b>Buffer Functions</b>
<b>Water Quality</b>	
Reduce erosion and runoff of sediment, nutrients, and other potential pollutants	Slow water runoff and enhance infiltration
	Trap pollutants in surface runoff
	Trap pollutants in subsurface flow
Remove pollutants from water runoff and wind	Stabilize soil
	Reduce bank erosion
<b>Biodiversity</b>	
	Increase habitat area
Enhance terrestrial habitat	Protect sensitive habitats
	Restore connectivity
Enhance aquatic habitat	Increase access to resources
	Shade stream to maintain temperature
<b>Productive Soils</b>	
	Reduce water runoff energy
Reduce soil erosion	Reduce wind energy
	Stabilize soil
Increase soil productivity	Improve soil quality
	Remove soil pollutants
<b>Economic Opportunities</b>	
	Produce marketable products
Provide income sources	Reduce energy consumption
Increase economic diversity	Increase property values
Increase economic value	Provide alternative energy sources
	Provide ecosystem services
<b>Protection and Safety</b>	
Protect from wind or snow	Reduce wind energy
Increase biological control of pests	Modify microclimate
Protect from flood waters	Enhance habitat for predators of pests
Create a safe environment	Reduce flood water levels and erosion
	Reduce hazards
<b>Aesthetics and Visual Quality</b>	
	Enhance visual interest
Enhance visual quality	Screen undesirable views
Control noise levels	Screen undesirable noise
Control air pollution	Filter air pollutants and odors
	Separate human activities
<b>Outdoor Recreation</b>	
	Increase natural areas
Promote nature-based recreation	Protect natural areas
	Protect soil and plant resources
Use buffers as recreational trails	Provide a corridor for movement
	Enhance recreational experience

## How to Use the Guide

The Buffer Guide is not designed to determine the issues of concern for any given site, watershed or region. The issues of concern and related objectives should be identified with assistance of the land owner or manager, or stakeholder group using an accepted planning process. Mutual acceptance of the primary issues that need to be addressed helps insure the proper implementation and long term maintenance of conservation buffers.

Even though the Buffer Guide can be used in designing conservation buffers that address single issues, it is intended as a tool to assist in designing conservation buffers that accomplish multiple objectives and address multiple social and environmental issues.

The process begins by comparing the agreed upon issues or concerns that the landowner or group wishes to address. Using Table 1 in the Buffer Guide (Table 1) identify the buffer functions that can work to address the issue. Next create a table or matrix with these buffer functions along one axis and the buffer design elements such as width, plant selection, site location and layout, and other subjects along the other axis.

Then, referring to the appropriate resource concern section for each buffer function, review the guideline-function matrices at the beginning of each section and select and record the guidelines that influence the desired buffer functions.

Each resource section also contains an additional design guideline-function matrix that can be used to select and record additional guidelines from other resource sections that may be useful. Review each guideline and begin to enter into the matrix the relevant pertinent information associated with each buffer design characteristic for each objective. (see Table 2 for an example).

In this example, Table 2, the two buffer functions are:

- 1) Shade stream to maintain water temperature.
- 2) Bank stabilization.

After reviewing the fourteen buffer guidelines that are most likely to assist in providing the two functions, the appropriate design considerations are summarized for each design consideration.

For this example only site location and layout, height, and length design elements are being detailed along with a summary of the effectiveness that buffers may have in providing the desired function.

As the different guidelines are analyzed and compared, guidelines that are more restrictive may be identified as well as potential conflicts between guidelines that are being considered. It will be useful to then write synthesized design criteria for each buffer design element, Table 3.

During this final design process the Buffer Guide can be used as a communication tool among the decision makers to finalize the conservation buffer design.

**TABLE 2**  
**EXAMPLE TABLE USED TO ORGANIZE GUIDELINES FOR TWO BUFFER FUNCTIONS**

Shade Stream to Maintain Temperature		Reduce Excessive Bank Erosion
Guidelines for consideration	1.4, 2.6, 3.2, 6.5, 7.3	1.1, 1.4, 1.6, 1.17, 1.18, 1.22, 1.24, 2.9, 2.11
Summary of effectiveness	Buffers can help maintain cooler water temperatures in small streams if the vegetation provides adequate shade on the water surface; removal of riparian vegetation often results in summer temperature increases from 5 to 11° C. Methods and models for calculating riparian shade and modeling effects of shade on water temperatures are available.	Buffers of streambank vegetation can substantially increase bank stability and reduce excessive bank erosion compared to streambanks without vegetation. In some situations, the forces causing bank erosion may be greater than the protective capabilities of vegetation. In addition to these guidelines, other design resources are available.
Landscape setting	Vegetative shading is more effective on small streams. To moderate temperatures in a larger stream, buffer the network of headwater streams feeding into the larger stream. Buffers are more effective in watersheds that have a higher percentage of overall vegetative cover.	Buffers will be more effective on smaller streams with low discharge, particularly with small peak flood events, and along relatively stable streams. Buffers will be less effective in watersheds with increasing runoff (e.g., increasing impervious cover, channelization).
Site location and layout	Vegetative shading is generally more effective near the water's edge and along west and south streambanks. Shade appears to moderate temperatures more effectively in streams with a higher width to depth ratio. Buffer shading effectiveness decreases as stream width increases. Streambank and hill shade should be incorporated in the design.	Locate buffers on both sides of stream; stabilizing just one side can accelerate erosion on the other side. Streambanks with higher silt/clay content may hinder root density, leading to higher erosion rates. Stream reaches with bank heights greater than 1 m will be more difficult to stabilize. Establish vegetation as far down the base of the bank as possible.
Height	Taller vegetation consisting of large trees will provide more shade. Un-mowed or un-grazed tall grass buffers may provide adequate shade on streams less than 2.5 m wide.	There is limited research on vegetation height and bank erosion. On high, steep banks, large trees may increase mass failure by adding weight to the bank and creating toppling leverage. Dense shading from tall species can suppress understory growth leading to unprotected areas that are susceptible to erosion.

**TABLE 3**  
**EXAMPLE OF TABLE WITH SUMMARIZED GUIDELINES**

Shade Stream to Maintain Temperature		Reduce Excessive Bank Erosion
Guidelines	1.4, 2.6, 3.2, 6.5, 7.3	1.1, 1.4, 1.6, 1.17, 1.18, 1.22, 1.24, 2.9, 2.11
Summary of effectiveness	Buffers can help maintain cooler water temperatures in small streams if the vegetation provides adequate shade on the water surface; removal of riparian vegetation often results in summer temperature increases from 5 to 11° C. Methods and models for calculating riparian shade and modeling effects of shade on water temperatures are available.	Buffers of streambank vegetation can substantially increase bank stability and reduce excessive bank erosion compared to streambanks without vegetation. In some situations, the forces causing bank erosion may be greater than the protective capabilities of vegetation. In addition to these guidelines, other design resources are available.
Landscape setting	Buffers will be more effective on smaller streams with low discharge, particularly with small peak flood events, and along relatively stable streams.	
Site location and layout	Vegetative shading is generally more effective near the water's edge and along west and south streambanks. Shade appears to moderate temperatures more effectively in streams with a higher width to depth ratio. Buffer shading effectiveness decreases as stream width increases. Streambank and hill shade should be incorporated in the design. Locate buffers on both sides of stream; stabilizing just one side can accelerate erosion on the other side. Streambanks with higher silt/clay content may hinder root density, leading to higher erosion rates. Stream reaches with bank heights greater than 1 m will be more difficult to stabilize. Establish vegetation as far down the base of the bank as possible.	
Height	Taller vegetation consisting of large trees will provide more shade. But avoid large trees in areas most vulnerable to mass failure. Select and maintain appropriate over-story species that will not suppress understory growth leading to unprotected areas that are susceptible to erosion.	

In addition to the experience of the natural resource professional, the landowner, and agency technical and program standards, and local conservation resources, the online version of the Buffer Guide, [www.bufferguidelines.net](http://www.bufferguidelines.net), also provides over 1,400 references for information and review to assist in the design of any conservation buffer. The referenced publications may provide additional design information, including more detailed design criteria for specific geographic regions.

### Next Steps

At the time of this writing, the Buffer Guide has been available and in use for about 1 ½ years. Currently under development is a conservation buffer objectives-functions-guidelines matrix that is intended to assist planners in the process of designing multi-functional conservation buffers.

The primary value of the matrix will be as an easy to use reference to determine which of guidelines that are under consideration are more limiting or are in conflict with each other. This will in turn assist in determining which objectives can be mutually achieved or are mutually exclusive.



A cooperative research project with Iowa State University is currently underway to determine how well the Buffer Guide is designed to assist natural resource professionals in designing conservation buffers and if use of the Buffer Guide in the design process creates any efficiencies. An initial survey of a limited number of people and is expected to be the foundation of a more comprehensive study encompassing a larger and more geographically diverse group of participants. Initial results of the study indicate that the Buffer Guide is perceived to be technically sound and useful by both practitioners and outside experts. However, respondents also believe that the Buffer Guide's usability could be improved with training, better marketing particularly of the online resources, and by providing regional or watershed guides to support application in specific parts of the country.

## **CONCLUSIONS**

Demands and expectations of agricultural and forest land uses are increasing. Society no longer expects only food or wood from these lands, but also clean water, wildlife habitat, carbon sequestration, clean air, and energy production among many others.

Agroforestry systems and practices such as conservation buffers are certainly a part of the solution. Even with increased research on how to design and manage agroforestry systems, agricultural and forest lands it will be impossible to research and answer all the questions for every situation. But the expectations will continue.

This is the role of conservation buffer design guidelines, a synthesis of knowledge, distilled and easy-to-understand, to assist in designing multi-functional conservation buffers.

## **REFERENCES**

**Bentrup, G., 2008.** Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways. General Technical Report SRS-109. Asheville, NC, USA: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 110 p.



---

# LA AGROFORESTERIA UNA ALTERNATIVA PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA.

Renato Coda Salgado, Instituto de Desarrollo Agropecuario. Chile. rcoda@indap.cl y Alvaro Sotomayor Garreton, Instituto Forestal. Chile. asotomay@infor.cl

---

## RESUMEN

La agroforestería es una alternativa y oportunidad para que los pequeños productores silvoagropecuarios puedan hacer un uso integral y racional de sus recursos naturales, especialmente el suelo. Además, la agroforestería no solo es una opción para mitigar los procesos erosivos de los suelos, sino que también es una alternativa productiva frente a cultivos tradicionales, que se desarrollan muchas veces en terrenos de aptitud forestal, con rendimientos decrecientes y por ende bajas rentabilidades.

INDAP consciente de la necesidad de generar y desarrollar nuevas alternativas productivas para sus usuarios, en conjunto con INFOR, entre el año 2003 y 2008, llevó a cabo un Programa de Desarrollo Agroforestal, con el propósito de estudiar aquellos sistemas agroforestales que mejor pudieran aplicarse en terrenos de pequeños propietarios, usuarios del Instituto.

El programa contempló la instalación de unidades demostrativas en el secano interior de las regiones del Maule, del Bio Bio y de La Araucanía; al sur de la región de Los Lagos, y en la región de Aysén, a través de las cuales se obtuvieron valiosos antecedentes que permitieron generar alternativas agroforestales, las cuales fueron implementadas posteriormente en terrenos de pequeños agricultores, en una superficie aproximada de 500 ha.

Se presenta en esta propuesta, el modelo de gestión seguido, los resultados obtenidos y una propuesta de Programa Agroforestal para su implementación en Chile.

Palabras clave: Agroforestería, pequeños propietarios

## SUMMARY

Agroforestry is an alternative and opportunity for small forestry and agricultural producers, to make a comprehensive and rational use of natural resources, especially soil. In addition, agroforestry is not only an option to mitigate the erosion of soils, but also a productive alternative compared to traditional crops, which often develop in areas suitable for forestry, with diminishing returns and therefore lower returns

INDAP aware of the need to generate and develop new alternatives for its users, along with INFOR, conducted an Agroforestry Development Program between 2003 and

2008, in order to study those agroforestry systems which could better be applied in lands of small owners, who are clients of the Institute

The program included the establishment of demonstration units in the dry areas (secano interior) in the regions of Maule, Bio Bio and La Araucania; in the south of the region of Los Lagos, and in the Aysen region. Valuable information was obtained generating agroforestry alternatives, which were subsequently implemented in lands of small farmers; in an area of approximately 500 ha.

This document shows the management model applied, the results obtained and a proposal of an Agroforestry Program for its implementation in Chile.

**Key words:** Agroforestry, small owners

## INTRODUCCION

Entre los años 2003 y 2008, el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto Forestal (INFOR), aunaron esfuerzos tendientes a desarrollar modelos agroforestales, con el propósito que los pequeños productores silvoagropecuarios, usuarios de INDAP, tuvieran la opción de aplicarlos en sus unidades productivas (predio), de modo tal que el uso de los recursos naturales existentes en esas unidades, especialmente el suelo, fuesen utilizados de manera sustentable, de acuerdo a su potencialidad y limitaciones.

Como es sabido, los modelos agroforestales permiten la interacción del uso forestal, ganadero y agrícola en un mismo sitio o unidad predial, en el cual se busca la optimización de la producción del suelo y, a su vez, aumentar la rentabilidad como sistema de uso integrado, considerando la sustentabilidad en el aprovechamiento de los recursos naturales presentes.

El sector agrícola y ganadero en la pequeña propiedad, presenta una serie de factores que influyen negativamente en su competitividad; entre ellos los principales son la escasa oferta y desarrollo tecnológico, un mercado interno sujeto a la competencia con mercados externos beneficiados con tratados internacionales, un escaso financiamiento y poder adquisitivo para implementar mejoras tecnológicas, y una pérdida de productividad por erosión de los suelos.

En zonas de secano, se suman a los anteriores factores la falta de riego, los suelos degradados, el escaso capital, su aislamiento geográfico y el reducido tamaño de la propiedad campesina. Estos factores negativos hacen prioritario que los propietarios aprovechen al máximo la productividad de sus sitios en forma sustentable, requieran un desarrollo integral de todos los sistemas operacionales del predio y que sean capaces de balancear a largo plazo los aspectos sociales, económicos y ambientales de la agricultura.

Para alcanzar este objetivo es necesario desarrollar nuevas alternativas de fuentes de ingresos para que los productores puedan mantenerse trabajando la tierra, se evite la migración y abandono de las tierras y se haga posible, que las comunidades rurales

puedan sustentarse. Para esto es necesario utilizar innovaciones tecnológicas que permitan contrarrestar la acción perjudicial de los principales factores limitantes, como son el suelo, agua, temperatura, viento, los cuales pueden actuar negativamente sobre la pradera y otros cultivos, los árboles y los animales.

De acuerdo a las metas fijadas por el Ministerio de Agricultura (2002), para ayudar al fortalecimiento, desarrollo y productividad de la Agricultura Familiar Campesina, entre otros aspectos se debe trabajar en la diversificación de la producción, forestación campesina, bonificación a la forestación y facilitar un mayor acceso a la tecnológica.

Sobre la base del diagnóstico anterior y de las metas del Ministerio de Agricultura definidas para el año 2002, INDAP e INFOR se concentraron en buscar alternativas de diversificación de la producción para los pequeños propietarios, que tornen más atractiva su actividad productiva, tomando en cuenta aspectos culturales, de rentabilidad, y sustentabilidad. Entre las posibilidades que toman en cuenta estos aspectos, se considera el uso de sistemas agroforestales o silvopastorales, que les ayuden a diversificar su producción, protejan el recurso suelo y agua, y reinseren al árbol en su medio cultural. Con un sector agrícola más diversificado, puede significar para los productores el tener mejores alternativas, seleccionar aquellas más rentables y sustentables, y que incluyan tecnologías, entre otras las agroforestales de última generación. Es por ello que INDAP e INFOR se unieron en la búsqueda de nuevas alternativas productivas, mejores capacidades tecnológicas, y de transferencia de conocimientos que permitan en conjunto dar soluciones innovadoras al quehacer productivo de los pequeños productores silvoagropecuarios.

El manejo agroforestal, en especial el uso silvopastoral, entendiéndose como aquel manejo que combina los usos ganadero- forestal en un mismo sitio, o en una unidad predial, con el objetivo de aumentar la productividad del suelo, puede ser un mecanismo que posibilite un salto productivo-tecnológico a los pequeños propietarios. Además, este tipo de manejo, adaptado a la "ingeniería de restauración del medio ambiente", es una forma de aumentar la productividad de los sitios, diversificando la producción, aumentando las oportunidades de ingresos y disminuyendo la incertidumbre económica en los predios ganaderos y forestales. Los árboles, en su manejo silvícola, se deben manejar de forma que puedan producir madera de alta calidad y, además, provean protección al ganado, a la pradera y a los cultivos, de modo de aumentar la productividad del sistema como un todo.

Para desarrollar este tipo de sistemas de manejo integrado, se requiere adecuar y perfeccionar las capacidades tecnológicas existentes y buscar los mecanismos más adecuados de asociación tecnológica y empresarial. La oferta de conocimiento científico y empírico es suficiente para que comiencen a generarse cambios en la modalidad de las actividades agropecuarias y forestales. No obstante, aunque existen antecedentes y experiencias que se pueden replicar y transferir, aún es necesario implementar investigación y desarrollo específico en este tipo de manejo.

En su momento, se vio que la modificación del DL N° 701 ocurrida en 1998, era una oportunidad que hacía más factible este tipo de producción mixta o integrada, en atención a la incorporación en el nuevo DL.701 de 1998 de la bonificación para cortinas cortavientos,

y a densidades bajas de forestación, pensadas justamente para sistemas silvopastorales. Además, se consideraron los incentivos legales existentes a la recuperación de suelos degradados, que pueden ayudar a la recuperación de praderas sobreexplotadas y/o degradadas.

Por último, además de los beneficios productivos que tienen estos sistemas silvopastorales, hay otros de carácter ambientales, entre los cuales se pueden mencionar:

- Agua

Los árboles reducen la velocidad de las gotas de lluvia y permiten una mayor percolación en el suelo, y Las raíces ayudan a filtrar contaminantes de las aguas de escorrentía y aguas subterráneas.

- Aire

Los árboles reducen los olores y los polvos en las áreas donde se concentran los animales, también mitigan los efectos del cambio climático, al ser los árboles un sumidero de CO<sub>2</sub>.

- Suelo

El follaje de los árboles reduce la velocidad de las gotas de lluvia previniendo la erosión y ayudando a infiltrar el agua en el suelo, las raíces ayudan a retener el suelo.

- Vida Silvestre

Los sistemas que integran árboles y praderas proveen un hábitat diverso, refugio y protección para muchas especies animales terrestres. Los peces y otros animales acuáticos se benefician del control de la erosión y filtración de potenciales contaminantes.

- Plantas

Los árboles en un ambiente agrícola, proveen mayor diversidad, fortaleciendo al ecosistema, haciéndolo más saludable que sectores donde predominan los monocultivos.

- Humanos

Los árboles crean un paisaje estéticamente más agradable, proveen una fuente de ingresos y actividades económicas.

Sobre la base de lo anterior, los sistemas agroforestales, desarrollados a partir de la alianza INDAP – INFOR (2003 – 2008), pueden ser una alternativa de solución para

aquellos propietarios que viven de rubros tradicionales (trigo, leguminosas y ganadería extensiva), en terrenos degradados o en vías de degradación, y en un constante procesos de migración hacia centros poblados por falta de mejores expectativas. A continuación, se muestra una reseña de lo que significó este trabajo interinstitucional.

## **OBJETIVOS**

Diseñar, implementar y transferir modelos agroforestales que promuevan un desarrollo sustentable de la agricultura campesina, entre las regiones de Coquimbo y Aysén.

## **METODOLOGIA**

La metodología empleada para la obtención del objetivo, tomó en cuenta las condiciones propias de la actividad agrícola de los pequeños productores silvoagropecuarios, es decir, rentabilidad del negocio (influido principalmente por precios), mercado (accesibilidad), tecnología (escasa), a lo que se agregan otras variables, tales como, clima, suelo, atomización de la propiedad y regularización de títulos de dominio.

La base de la metodología, consideró un trabajo participativo entre las instituciones (INDAP e INFOR) con los pequeños productores silvoagropecuarios, y se organizó en cuatro actividades secuenciales y dependientes.

El desarrollo metodológico del proyecto se orientó a generar un desarrollo tecnológico asociado a una combinación de uso forestal y agropecuario, que implicara un aumento de la producción ganadera o agrícola, por la influencia beneficiosa que otorga el árbol con medidas de protección ambiental, especialmente a suelos y aguas, y a su vez entregara una posibilidad de diversificación productiva con un nuevo negocio como es el forestal. Es decir, que en un mismo sitio o predio, se generen dos o más productos en vez de uno, disminuyendo el riesgo ante cambios de mercado o climáticos, lo que impulsará un desarrollo económico más sostenible y amigable con el medio ambiente, para los pequeños propietarios locales.

La metodología definió 4 etapas:

### **Etapas I: Diseño de Modelos Agroforestales**

En esta etapa las actividades o acciones se dirigieron a la obtención de:

Recopilación y Sistematización de información científica y empírica (nacional e internacional).

Caracterización de Tipologías Productivas por Distritos Agroclimáticos de las unidades prediales.

Análisis de los instrumentos de fomento e incentivos nacionales.

Realización de visitas tecnológicas por parte del equipo de investigadores a diferentes Unidades Experimentales.

Diseño y Empaquetamiento de Modelos Agroforestales.

Difusión de los resultados.

## **Etapas II: Implementación de Módulos Agroforestales de Investigación y Demostrativos**

Luego del diseño y preparación de los paquetes tecnológicos agroforestales definidos por la Etapa I, se seleccionaron aquellos con mayor perspectiva de desarrollo y adopción por la agricultura campesina, validados en talleres participativos, para la implementación de módulos experimentales que serán evaluados y mejorados constantemente, como así también los módulos demostrativos que permitan su utilización en actividades de transferencia.

El diseño y magnitud de los módulos fue propuesto y acordado entre INDAP e INFOR luego del término de la Etapa I.

## **Etapas III. Evaluación y Validación de Módulos y Preparación de Paquetes Tecnológicos**

En esta Etapa se evaluaron los módulos implementados en la Etapa anterior, para su validación y se preparó la Versión 2.0 de los paquetes tecnológicos agroforestales.

## **Etapas IV. Divulgación y Masificación de los Modelos Agroforestales**

Con la Versión 2.0. de Modelos Agroforestales se fortalecerá la etapa de masificación de estos modelos, insertándolos en los programas de transferencia tecnológica del sector silvoagropecuario del Ministerio de Agricultura.

## **RESULTADOS Y PRODUCTOS**

Durante el desarrollo del proyecto se registraron los siguientes resultados y/o productos:

### **Visitas Tecnológicas**

Se realizaron visitas a unidades experimentales y demostrativas, en la región del Maule (Talca, Linares, Cauquenes) y la región de Aysén (Provincias de Coyhaique y Capitán Prat, y en Cochrane), que tuvieron como objetivo la implementación de sistemas productivos agroforestales y de recuperación de suelos degradados. Estas unidades fueron establecidas por diversas instituciones (INFOR, CONAF,



---

Prodecop-secano, U. Austral).

En la región de Maule se visitaron 7 unidades, en tanto, en la de Aysén fueron 4 unidades visitadas.

### **Eventos de Capacitación Difusión**

- a. Cursos de Agroforestería para profesionales técnicos de INDAP y Operadores

Entre las regiones de Maule y Aysén, se realizaron 14 cursos, con asistencia de 296 personas.

- b. Talleres de Trabajo Agroforestal para Profesionales de INDAP

Se realizaron talleres en las regiones de Maule y La Araucanía, uno en cada región, con asistencia de 25 personas en total.

- c. Días de Campo

En las regiones Maule, Bio Bio y Aysén, se visitaron unidades demostrativas, con presencia de profesionales de INDAP, CONAF, INIA, INFOR y agricultores. En total fueron 14 días de campo, con participación de aproximadamente 150 personas.

- d. Charlas Divulgativas y Técnicas

Se realizaron 20 charlas de este tipo, en las regiones del Bio Bio, La Araucanía y Los Lagos, con presencia de agricultores y profesionales de INDAP, en total 238 personas.

- e. Seminarios de Agroforestería y Diversificación Forestal

Se realizaron en la región de Aysén (1 en Coyhaique), y en la región de La Araucanía (1 en Los Sauces), ambos de una duración de 2 días.

- f. Apoyo a Operadores y Propietarios para la implementación de Modelos Agroforestales.

Período 2005-2006: Se brindó apoyo directo a operadores en la captación de 47 agricultores interesados en establecer sistemas agroforestales, en las regiones del Bio Bio y Aysén, de los cuales 13 hicieron presentaciones de Estudios Técnicos de Calificación, con fines silvopastorales, cortinas corta viento y recuperación de suelos degradados.

Período 2006-2007: Se establecieron 181,4 ha con modelos agroforestales, en las regiones del Maule, La Araucanía y Aysén, con modelos silvopastoral

y cortinas cortaviento.

Período 2007-2008: Se establecieron 256,86 ha de sistemas agroforestales, en las regiones de Maule (49,6 ha), Bio Bio (22,5 ha), La Araucanía (71,52 ha) y Los Lagos (113,24 ha), con 53 agricultores beneficiados.

g. Instrumentos de Difusión

Se confeccionaron e imprimieron 6 cartillas de divulgativas, que contienen material técnico.

- Cartilla Agroforestal N° 1: Modelos Agroforestales
- Cartilla Agroforestal N° 2: Sistemas Silvopatorales
- Cartilla Agroforestal N° 3: Sistemas Agrosilvícolas
- Cartilla Agroforestal N° 4: Beneficios Ambientales de la Agroforestería
- Cartilla Agroforestal N° 5: Cortinas Cortaviento
- Cartilla Agroforestal N° 6: Ordenación Predial y Agroforestería

**Instalación Unidades Demostrativas para Demostración del Método**

- Unidad Agroforestal de Los Álamos (Cauquenes, Maule)
- Unidad Recuperación de Riberas (Hualqui, Bio Bio)
- Unidad Agroforestal de Portezuelo (Portezuelo, Bio Bio)
- Unidad Agroforestal de Santa Julia (Collipulli, La Araucanía)
- Unidad Agroforestal de Amargo (Collipulli, La Araucanía)
- Unidad Agroforestal de Fresia (Fresia, Los Lagos)
- Unidad Agroforestal San Gabriel (Coyhaique, Aysén)

**Creación y Mantención de Red Agroforestal Nacional (RAN)**

Se crea una página WEB, [www.redagroforestal.cl](http://www.redagroforestal.cl), donde se vacía toda la información que se genera en el proyecto. Llegó a tener la inscripción de alrededor de 200 personas y es consultada en el ámbito nacional e internacional.

---

## ANALISIS Y DISCUSION

Durante el período de desarrollo del proyecto se presentaron diversas dificultades que se señalan a continuación, como asimismo, las soluciones propuestas.

1. Falta de interés por parte de los operadores privados para participar en el establecimiento de propuestas agroforestales, debido a baja perspectiva económica al tener que reducir la densidad en el establecimiento del componente forestal de acuerdo a tabla de costos establecidas en el DL.701, y complicación en la operatividad de los sistemas.

Solución propuesta:

Dado que efectivamente se recibe un menor valor al establecer densidades forestales bajas, y observándose el interés de los agricultores por su aplicación, se propone establecer un incentivo para su establecimiento. Este puede ser vía asistencia técnica, otorgándoseles un bono por plan de manejo, o mediante un bono en el establecimiento de hectáreas agroforestales, lo cual puede ser pagado por hectárea establecida.

2. Escaso conocimiento y valoración por parte de los productores respecto de sistemas integrados de producción agroforestal (mantención del sistema).

Solución propuesta:

Intensificar la difusión de estas propuestas agroforestales a través de instrumentos de difusión (cartillas, trípticos, y otros), charlas, días de campo y similares. También se propone que exista una mayor difusión e instrucción por parte de las autoridades de INDAP a las regiones y áreas, indicándose que esta iniciativa es un compromiso de INDAP para con los agricultores.

3. Se requiere un mayor conocimiento por parte de las instituciones que manejan los mecanismos de fomento (compatibilidad de instrumentos). En algunos casos existe disparidad de criterios entre regiones y áreas, y falta de conocimiento de las propuestas.

Solución propuesta:

Se requiere tener una mayor conexión y trabajo de conjunto con las áreas de INDAP y sus profesionales, para que se tenga un mayor conocimiento de este Programa Agroforestal, sus propuestas y la aplicación del SIRSD. Lo mismo se requiere hacer con CONAF en las regiones, en la aplicación del DL.701. Se propone establecer una mejor comunicación y difusión de estas alternativas dentro de INDAP y CONAF. Además se recomienda realizar talleres de trabajo con las regiones.

4. Se requiere una mayor uniformidad de criterios de aprobación y la operatividad y

diseño de los sistemas agroforestales a presentar de acuerdo a los instrumentos de fomento (otras posibilidades de diseño).

Solución propuesta:

Establecer talleres de trabajo conjuntos con INDAP y CONAF para uniformar criterios y buscar soluciones.

5. Opción de uso de instrumentos de apoyo, como PDI y SAT, para compatibilizar con DL.701 y SIRSD.

Solución Propuesta:

Estudiar la aplicación de estas propuestas en conjunto con SIRSD y DL.701, y realizar casos pilotos en regiones.

6. Mejorar la capacidad técnica para la correcta aplicación de los sistemas agroforestales propuestos, de parte de operadores (correcta relación de sistemas productivos agroforestales/condición de sitio).

Solución propuesta:

Continuar con los cursos y actividades de transferencia hacia operadores de los instrumentos de fomento, y seguimientos de sus acciones. A su vez se requiere fortalecer la actividad de apoyo hacia los operadores en terreno.

## CONCLUSIONES

Luego de terminado el proyecto, se puede concluir lo siguiente:

El uso de modelos agroforestales es factible en un manejo predial de los pequeños productores silvoagropecuarios.

La selección y combinación de los componentes forestal – agrícola – pecuario debe hacerse en relación a las potencialidades y condiciones del sitio, y a las necesidades del propietario.

Satisfecha las necesidades del propietario, en cuanto a lograr un consenso con el modelo a aplicar en la propiedad, es necesario obtener un compromiso de este, que apunte a las actividades de mantención del sistema.

Es necesario profundizar las acciones de capacitación y difusión de estos sistemas de producción múltiple, entre los productores, operadores e instituciones estatales.

Resulta necesario mantener la alianza entre INDAP e INFOR, con el propósito

de replicar lo que se ha realizado durante los 6 años del proyecto (unidades, cursos, difusión, apoyos a interesados), además, de hacer el seguimiento a las unidades ya establecidas, y así obtener antecedentes que permitan ir mejorando las propuestas iniciales.

Del recorrido territorial que abarcó el proyecto, se puede señalar que en muchas situaciones analizadas, los sistemas agroforestales son una solución viable para los pequeños productores silvoagropecuarios.



---

## REGLAMENTO DE PUBLICACION

**CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL** es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada del Instituto Forestal de Chile, en la que se publica trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Consta de un volumen por año el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos y de diversos países, de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, estos son enviados por el Editor a al menos tres miembros del Comité Editor para su calificación especializada. Los autores no son informados sobre quienes arbitran los trabajos.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

- **Artículos:** Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

### ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

#### Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

**Título:** El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.

**Resumen:** Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

**Introducción:** Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o comprensión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

**Objetivos:** Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

**Material y Método:** Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

**Resultados:** Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

**Discusión y Conclusiones:** Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la



bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

**Reconocimientos:** Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

**Referencias:** Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas citadas en éste.

**Apéndices y Anexos:** Deben ser incluidos sólo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

## Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

## PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español y ocasionalmente en inglés o portugués, redactadas en lenguaje universal, que pueda ser entendido no sólo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, espacio simple y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Justificación ambos lados.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 12, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el Summary. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el Summary.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 12 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

---

## **EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE.**

Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. [vvargas@infor.cl](mailto:vvargas@infor.cl)

---

Título puntos principales (Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, etc) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Sólo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con un espacio antes y después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo. Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guión y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son más de dos autores; De acuerdo a Mendoza *et al.* (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencia citadas en texto y sólo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

---

**Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967.** Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latín, como *et al.*; *a priori* y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Sólo se aceptan cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página. Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su impresión.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atenuadas a la Norma NCh 30 del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que la unidades se abrevian en minúsculas, sin punto, con la excepción de litro (L) y de aquellas que provienen de apellidos de personas como grados Celsius (°C). Algunas unidades de uso muy frecuente: metro, que debe ser abreviado **m**, metro cúbico **m<sup>3</sup>**, metro ruma **mr**; o hectáreas **ha**.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa para cada página, no de 1 a n a lo largo del trabajo. Aparecerán al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos, "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o los miembros de este que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

## **ENVIO DE TRABAJOS**

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor sbarros@infor.gob.cl

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Respecto del peso de los archivos, tener presente que 1 Mb es normalmente el límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que siempre al ser pegadas en texto Word es conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como Metarchivo Mejorado.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte) y no hay observaciones de fondo, el trabajo es editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.



# CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

## ARTICULOS

## PAGINAS

PRODUCTIVIDAD ANIMAL, EN UN SISTEMA SILVOPASTORAL CON LA ESPECIE <i>Pinus contorta</i> DOUG. EX. LOUD., EN RELACION A UN MANEJO GANADERO SIN ÁRBOLES, EN LA REGIÓN DE AYSÉN, CHILE. <b>Álvaro Sotomayor, Osvaldo Teuber, Iván Moya y Patricio Almonacid, Chile.</b>	139
COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS SOCIALES DE MADERA CON MUROS VENTILADOS. <b>Marcelo González Retamal y Gonzalo Hernández Careaga, Chile.</b>	153
COMPORTAMIENTO EN TERRENO DE PLANTAS DE QUILLAY ( <i>Quillaja saponaria</i> Mol.), PRODUCIDAS EN DIFERENTES VOLÚMENES DE CONTENEDOR. <b>Iván Quiroz, Andrés Hernández, Edison García, Marta Gonzalez y Hernán Soto, Chile.</b>	163
HACIA UN SISTEMA DE USO SILVOPASTORAL CON ÁRBOL NATIVO. <b>Laura Sánchez-Jardón, España; Alejandro del Pozo, Chile; Belén Acosta, España; Miguel Ángel Casado, España; Carlos Ovalle, Chile; Felipe Elizalde, Chile; Christian Hepp, Chile; José Manuel de Miguel, España.</b>	175
ADAPTACIÓN DE ESPECIES DE BAMBÚ DE CLIMA TEMPLADO EN CHILE. <b>Marlene González, Jorge Campos y Jorge Cabrera, Chile.</b>	189
SISTEMAS SILVOPASTORILES EN BOSQUES DE <i>Nothofagus antarctica</i> REVISIÓN DEL CONOCIMIENTO ACTUAL EN PATAGONIA SUR, ARGENTINA. <b>Pablo Peri, Argentina.</b>	217
CONSERVATION BUFFERS. DESIGN GUIDELINES FOR BUFFERS, CORRIDORS, AND GREENWAYS. <b>Richard Straight and Gary Bentrup, United States.</b>	243

## APUNTES

LA AGROFORESTERIA UNA ALTERNATIVA PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA. <b>Renato Coda Salgado y Alvaro Sotomayor Garretón, Chile.</b>	255
REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN	267

