

Volumen 13 N°1  
Abril 2007

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 13 N° 1***

**CIENCIA E  
INVESTIGACION  
FORESTAL**

***ABRIL 2007***

Propiedad Intelectual

Registro N° 163063

**RELACIONES INTERNACIONALES Y  
COMUNICACIONES INFOR**

**INSTITUTO FORESTAL  
CHILE**





**CIENCIA E INVESTIGACION 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>Directora</b>	Marta Abalos Romero	INFOR	Chile
<b>Editor</b>	Santiago Barros Asenjo	INFOR – IUFRO	Chile
<b>Consejo Editor</b>	Sandra Perret Durán	INFOR La Serena	Chile
	Norberto Parra Hidalgo	INFOR Santiago	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR Concepción	Chile
	Jorge Cabrera Perramón	INFOR Valdivia	Chile
	Paulo Moreno Meynard	INFOR Coyhaique	Chile
<b>Comité Editor</b>	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAYDS	Argentina
	Heinrich Schmutzhenhofer	IUFRO	Austria
	Marcos Drumond	EMBRAPA	Brasil
	Sebastiao Machado	UFPR	Brasil
	Antonio Vita	UCH	Chile
	Juan Gastó	PUC	Chile
	Miguel Espinosa	UDEC	Chile
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	Vicente Pérez	USACH	Chile
	Camilo Aldana	CONIF	Colombia
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	José Joaquín Campos	CATIE	Costa Rica
	Ynocente Betancourt	UPR	Cuba
	Carla Cárdenas	MINAMBIENTE – IUFRO	Ecuador
	Alejandro López de Roma	INIA	España
	Isabel Cañelas	INIA - IUFRO	España
	Gerardo Mery	METLA - IUFRO	Finlandia
	Markku Kanninen	CIFOR	Indonesia
	José Antonio Prado	FAO	Italia
	Concepción Lujan	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
	Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay
	Florencia Montagnini	U Yale - IUFRO	USA
	John Parrotta	USDAFS - IUFRO	USA
	Oswaldo Encinas	ULA	Venezuela
<b>Dirección</b>	Instituto Forestal Huérfanos 554 Casilla 3085 - Santiago, Chile Fono 56 2 6930720 Fax 56 2 6381286 Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl		

Valor suscripción anual (tres números y eventualmente uno extraordinario): ch \$ 45.000 y 20.000 para estudiantes. Para el extranjero US \$ 90 y 40 para estudiantes, más costo envío. Valor números individuales ch \$ 20.000 y 10.000 y US \$ 40 y 20, en igual orden). 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

---

## ANTECEDENTES PARA EL USO DEL MONTE BAJO DE *Eucalyptus globulus* EN CHILE<sup>1</sup>

Juan Carlos Pinilla S., María Paz Molina B., Mauricio Aguilera (1)

### RESUMEN

El establecimiento de *Eucalyptus globulus* para obtener adecuadas productividades requiere de altos costos de establecimiento, siendo una demanda constante por parte de empresas y propietarios forestales las alternativas tecnológicas para aumentar la rentabilidad de sus plantaciones y acceder a mercados en forma más eficiente.

Una de las opciones es el manejo de la retoñación del bosque de *Eucalyptus globulus* luego de una cosecha (Manejo del Monte Bajo). Esta opción puede significar menores plazos de rotación y una disminución de los costos de establecimiento inicial. Según la información bibliográfica, el monte bajo presenta un crecimiento y rendimiento a lo menos igual que el bosque original, soportando hasta 3 rotaciones antes de reemplazar la cepa original. Esta opción de manejo permitiría a los productores nacionales ofrecer una producción de trozas pulpables de constante demanda, aumentando la rentabilidad del negocio asociado o permitiendo mejores condiciones de escenarios para su comercialización. La decisión de usar este tipo de manejo o continuar con una nueva plantación requiere de precisar y validar los supuestos de costos, precios, rendimientos y tipos de productos a obtener. Evaluar estos factores en el país requiere además, de adaptar y generar información o herramientas que puedan facilitar la toma de decisión por parte del silvicultor para distintas situaciones de crecimiento del monte bajo de *E. globulus* en Chile.

Se presenta los resultados a la fecha obtenidos por el Instituto Forestal en relación con los antecedentes de crecimiento e información acerca del manejo de monte bajo y de diversos factores productivos de este tipo de manejo forestal.

**Palabras clave:** *Eucalyptus, globulus*, retoños, manejo, crecimiento



---

## SUMMARY

An appropriate productivity in *Eucalyptus globulus* plantations requires high establishment costs and forests enterprises and land owners are always looking for better technological alternatives to increase the planted forests profitability as well to access the markets in a more efficient way.

One of the options to reduce establishment costs and may be reduce the rotation period as well is the management in coppice after the first turn. Bibliography on the matter affirm that the coppice with the species can grow and yield at least equal than the original stand, allowing up to three turns before replacing the stems. The coppice alternative could improve the possibilities of the plantation owners to produce round wood for pulp under a better scenario regarding to profitability and markets. Decision make to use the coppice or establish a new plantation depends on appropriate information on costs, prices, yields and products to obtain, so good tools to analyze these subjects, under different growing *Eucalyptus globules* conditions in Chile, are needed.

Results on growth, coppice management and other productive factors obtained up to day by the Forest Institute are presented.

**Key words:** *Eucalyptus, globulus*, growth, coppice, management.

---

<sup>1</sup> Documento elaborado en el marco del proyecto FONDEF D0211117 Incremento del Negocio Forestal a Través de Modelos de Manejo y de Gestión Innovativa para la Pyme Forestal: La Opción del Monte Bajo de *Eucalyptus globulus*.

(1). Instituto Forestal, Casilla 109-C, Concepción, Chile, [jpinilla@infor.cl](mailto:jpinilla@infor.cl)

## INTRODUCCION

### Antecedentes Generales Manejo Forestal de *Eucalyptus globulus*

*Eucalyptus globulus* fue introducido a Chile durante el siglo 19 y actualmente existen en el país unas 360 mil hectáreas de plantaciones. La mayor superficie plantada se encuentra distribuida entre la V y X Regiones y su principal destino es la producción de celulosa. La especie está presente bajo las más variadas condiciones de sitio, lo cual demuestra su considerable plasticidad ecológica.

El potencial de crecimiento demostrado por la especie (20 a 40 m<sup>3</sup>/ha/año) ha motivado altas tasas de forestación, lo que asociado a atractivos precios de la celulosa, ha generado una importante industria y mercado a nivel nacional. En este esquema, el manejo forestal se orienta a cosechar las plantaciones en su período de crecimiento máximo, evitando que el rodal entre en la fase de crecimiento moderado. La edad óptima de corta es más temprana cuanto mejor sea el terreno.

Es así que buscando el máximo beneficio económico, se debe pensar además del producto a obtener, en el valor del dinero, considerando que este valor decrece con el tiempo si no se le hace producir. Desde el punto de vista de máxima producción y del financiero, las edades óptimas de corta en Chile para *E. globulus* destinado a la producción de pulpa, se sitúan entre los 12 a 15 años. La edad de cosecha no se puede reducir en demasía en situaciones de monte alto, dado que los costos de cosecha y establecimiento llegan a ser altos si la cantidad de madera por hectárea desciende (plantaciones muy jóvenes o irregulares en densidad).

Una de las características de esta especie es su alta capacidad de retoñación, lo que se transforma en una ventaja al momento de decidir si optar por una nueva plantación o bien manejar los retoños que se generan a partir de los rodales cosechados (Manejo del Monte Bajo).

Esta opción de regeneración que presenta la especie y principalmente su bajo costo de establecimiento y rápido crecimiento inicial, son factores importantes en su aplicación para obtener productos de valor en rotación más corta (8 a 10, versus 10 a 15 años en la silvicultura tradicional), accediendo así a nuevos escenarios económicos y de mercados (Pinilla, 2005a).

Sin embargo, la decisión de continuar con el esquema de monte alto o elegir el camino de regeneración de monte bajo no es fácil. Se debe considerar el efecto del método de regeneración en los costos de establecimiento, costos de cosecha-transporte, rendimientos volumétricos y tipos de productos a obtener. Evaluar estos factores requiere además, de adaptar y generar información o herramientas que puedan facilitar la toma de decisión por parte del silvicultor.



## El Monte Bajo como Herramienta de Gestión y Manejo

El método de monte bajo se recomienda para obtener productos que puedan producirse en rotaciones cortas, como es el caso de la pulpa, postes o biomasa para dendroenergía. En el caso de *E. globulus* puede obtenerse sucesivos aprovechamientos de un mismo tocón o cepa. Un adecuado tratamiento de los brotes contribuye a la obtención de las siguientes cosechas. Los brotes después del primer año de la corta crecen con un gran vigor inicial debido a que están aprovechando las sustancias de reserva acumuladas en las raíces y que el árbol va a usar para rehacer lo antes posible la parte aérea perdida. La producción en volumen de la segunda brotación suele ser superior a la primera, mientras que la tercera corta parece igualar a la primera.

Se ha mencionado que a partir de la segunda corta es difícil que los brotes puedan superar en producción de madera a una nueva plantación (Andrade *et al.*, 1997; Ayling y Martins, 1981; Camargo *et al.*, 1997; Gonzalez *et al.*, 1997). Por lo general sólo en lugares de gran calidad de sitio y una buena plantación y mantenimiento, se compensaría aprovechar una cuarta corta<sup>2</sup>.

Los principales factores que inciden en la productividad de las cepas o tocones se ha determinado que corresponden a:

- Origen de los rebrotes
- Selección y manejo de los retoños
- Época de corta (cosecha)
- Método de volteo y tipo de corte
- Altura de corte del tocón
- Diámetro y edad del tocón
- Oportunidad del clareo
- Método de ejecución de clareos
- Número de retoños por tocón
- Cantidad de los ciclos de corta
- Mortalidad de tocones

Los aspectos económicos asociados a los costos del monte bajo, así como a los ingresos esperados, han sido materia de recientes estudios, y las empresas han manifestado interés por que se precise la información. De esto dependerán los esquemas de manejo de plantaciones y se podrá indicar en que condiciones o sobre que niveles mínimos de productividad resulta conveniente incurrir en los gastos de una nueva plantación y en que condiciones resultaría recomendable regenerarla a partir de rebrotes.

Paralelamente y con el objetivo de asegurar las máximas rentabilidades del negocio propuesto, se ha investigado en aspectos referidos a las características de la madera proveniente de la retoñación (densidad, aptitud pulpable) y el efecto de la fertilización sobre el crecimiento y rendimiento del monte bajo de eucalipto, factores determinantes en el uso de los futuros productos a obtener y sus posibilidades de transacción en los mercados.

---

<sup>2</sup> Proyecto FONDEF D0211117 Modelos de Manejo de Monte Bajo. Informe de Trabajo.

## Diferencias entre los Métodos de Monte Alto y Monte Bajo

Las principales diferencias entre el esquema de manejo de monte alto (semillas y plantación) y el esquema de monte bajo (rebotes) se pueden dividir en los siguientes aspectos:

- **Costos de establecimiento:** Dentro de los costos totales de producción de materia prima pulpable, los costos de establecimiento representan aproximadamente un 45% del total, por lo que cualquier aumento o disminución de ellos estará afectando directamente la capacidad competitiva del producto en un mercado tan exigente y dinámico como lo es el mercado de la pulpa. Una importante reducción de los costos de establecimiento se logra debido a un menor número de actividades e insumos requeridos para establecer la nueva plantación, actividades como preparación de suelo, plantación y control de tocones no se realizan en la regeneración por monte bajo. Los valores señalan valores de 700 US\$/ha para el caso de una plantación versus 350 US\$/ha para el caso del manejo del monte bajo.<sup>2</sup>
- **Crecimiento:** Para iguales condiciones de sitio, los rebotes originados de las cepas crecen inicialmente más rápidamente que las plántulas provenientes de semilla. Algunos autores sostienen que esta ventaja no se mantiene en forma permanente sino que hay un momento en que la plantación supera al monte bajo; mientras más antigua es la cepa, más temprano es superado. Este punto es muy importante, ya que conociendo el crecimiento del bosque se podrá determinar el mejor momento de la cosecha, lo que finalmente definirá la rentabilidad del negocio forestal.
- **Obtención de productos intermedios:** La implementación del método de regeneración de monte bajo requiere de la realización de clareos para homogeneizar el producto final o biomasa, extrayendo rebotes de manera de llegar a 1 o 2 por tocón, dependiendo del tamaño de éstos, para así concentrar el volumen. La ejecución de los clareos genera productos de pequeños diámetros los que pueden ser utilizados como polines o biomasa también, generando ingresos que permitirían financiar estas intervenciones.
- **Periodo de rotación:** Las rotaciones en el país para bosques de *Eucalyptus globulus* cuyo origen corresponde a semilla es de 10 a 14 años. Para plantaciones originadas de monte bajo las rotaciones se estiman serían más cortas, no más de 8 a 10 años, debido a su rápido crecimiento inicial, lo que permite obtener un retorno de la inversión a un menor plazo, sin un cambio significativo en las propiedades pulpables con una menor edad.

## Situación en Chile en Relación al Manejo del Monte Bajo de *E. globulus*

Se ha destacado la excelente capacidad de retoñación de *E. globulus*, reflejada en el porcentaje de retoños por tocón que se producen y las dimensiones de estos. En Chile, sólo existía información proveniente de Prado y Barros (1989) y algunos autores para casos específicos (Ribalta, 1983; Peñalosa, 1985; Toral, 1988; Prado *et al.*, 1990; Venegas y Bonnefoy, 1999), por lo que era necesario obtener y validar los antecedentes orientados al manejo del monte bajo y



otros aspectos de su cultivo. Esta información ha sido puesta a disposición de los usuarios a través del proyecto de monte bajo financiado por FONDEF.

Estos ensayos señalaban que basta con dejar uno o dos retoños por tocón para obtener la máxima ocupación de sitio y rendimiento volumétrico. La ventaja en este último se manifiesta en obtener diámetros superiores y un menor número de árboles por hectárea lo que influye a su vez en los costos y eficiencia de la cosecha final (Prado *et al.*, 1990; Toral, 1988; Pinilla, 2005b).

Los medianos y pequeños propietarios y las empresas, demandan información precisa y resultados de rentabilidad. Existen antecedentes de estudios puntuales sin análisis final o proyección en el tiempo, o con una validación o extrapolación de sus resultados, pero se requiere dar respuestas válidas al tema del manejo y caracterización de los productos generados con el monte bajo.

En Chile, el programa silvícola de algunas empresas se está orientando a manejar un gran porcentaje de la superficie cosechada a través de monte bajo y el resto de la superficie a través de una nueva plantación de *Eucalyptus globulus*. Las cifras que se mencionan en este sentido señalan valores de un 50 a 95% de la superficie bajo manejo de monte bajo.

Una nueva plantación se establece en este marco en situaciones de canchas de madereo, caminos de temporada, sectores descubiertos, áreas de baja retoñación, reemplazo de bosques de mal desarrollo y reemplazo por material genético mejorado.

Hasta el momento la investigación de INFOR concluye que existe una diferencia entre las asíntotas de crecimiento para monte alto y monte bajo, a través de la comparación del crecimiento de la regeneración con el historial del rodal que le dio origen, pudiendo comparar crecimientos y rendimientos<sup>3</sup>.

La investigación hasta ahora señala que el monte bajo presenta un mayor crecimiento en comparación al monte alto hasta una edad de 8 a 10 años, luego de lo cual, el monte alto presentaría un mayor crecimiento. Este antecedente es importante ya que la mayor rentabilidad del monte bajo puede permitir mantener rodales hasta los 10 años, en comparación a bosques de la misma edad provenientes de semillas.

Se ratifica los interesantes rendimientos obtenidos a temprana edad y la validez económica de la propuesta tecnológica, sustentada en las características del mercado, precios de productos, estructuras de costos, escenarios actuales y futuros y tendencias del mercado. Se requiere de nuevas investigaciones para escalar las herramientas de gestión y para determinar, por ejemplo, si este tipo de manejo es utilizable en forma rentable y técnica para la generación de biomasa dendroenergética.

---

<sup>3</sup> Estudio Inicial de Modelos de Crecimiento para Monte Bajo de *Eucalyptus globulus* en Chile. Documento de Trabajo PMB-05. Informe de Proyecto FONDEF D0211117. Abril 2006.

A continuación se presenta los resultados disponibles en relación con el crecimiento del monte bajo de *E. globulus* en Chile.

## OBJETIVOS

Generar y asociar información económica con la definición y proposición de la técnica silvícola del monte bajo en plantaciones de *Eucalyptus globulus*, para contribuir a incrementar la renta de la PYME Forestal y propietarios particulares

## MATERIAL Y METODO

La metodología del estudio contempla el levantamiento de información sobre rodales manejados como monte bajo y estudios de productividad, sistematización y difusión de información relevante, estudios de rentabilidad, caracterización tecnológica de la madera y un Modelo Silvícola y de gestión para monte bajo de *E. globulus*.

## RESULTADOS

### Caracterización Pulpable de la Madera de Monte Bajo

Un punto de interés en el proyecto se refiere a evaluar la aptitud pulpable del retoño de *E. globulus*. La bibliografía consultada menciona la alta productividad del monte bajo, pero no señala la calidad de la pulpa posible de obtener a partir de ella. Por ello, se realizó un estudio acerca de las propiedades pulpables de la madera proveniente del monte bajo de eucalipto, a fin de compararlas con las características pulpables de la madera de monte alto en edades de cosecha.

Los resultados señalan que se confirma el efecto de la edad sobre las características de la madera, no existiendo diferencias con los valores de árboles de monte alto a las mismas edades. Los rangos de los valores de resistencia mecánica, obtenidos, abarcan valores correspondientes a trabajos con muestras de la VIII Región en edades de cosecha.<sup>4</sup>

### Funcionalidad del Modelo de Volumen de Árbol Individual para Monte Bajo

A partir de la información recopilada desde las unidades experimentales del proyecto, se realizó un estudio para la determinación de volúmenes de árboles individuales. Con esta actividad se analizó si los modelos de Volumen de Árbol Individual para *E. globulus* existentes son utilizables en el monte bajo, luego de lo cual se podrá decidir acerca de la necesidad de construir modelos independientes para esta variable.

Se realizó un muestreo cosechando 77 árboles de monte bajo en distintos rodales distribuidos en la V, VII VIII y X Regiones. Estos fueron medidos en secciones y se les calculó su volumen total hasta un diámetro mínimo de 5 centímetros. Luego se calculó sus volúmenes a través de las funciones desarrolladas previamente por INFOR, las que utilizan

<sup>4</sup> Caracterización de la Madera Pulpable Proveniente del Monte Bajo de *E. globulus*. Informe Interno proyecto FONDEF D0211117. Diciembre 2004.

como variables de entrada el DAP y la altura total del árbol. El modelo para estimar el volumen de árbol individual y analizar su funcionalidad corresponde al desarrollado por INFOR (Bahamóndez *et al.*, 1995), el cual corresponde a:

$$Vol = -0,00198 + 0,000026756 D^2 H \quad [1]$$

Donde:

- Vol = Volumen individual en m<sup>3</sup>ssc para un IU=5 cm  
D = Dap (cm) (para Diámetros ≥ 8 cm)  
H = Altura Total (m)

El estudio<sup>5</sup> concluye que el modelo existente de volumen de árbol individual puede ser aplicado en el caso del monte bajo de *E. globulus*.

### Ensayo de Fertilización

La investigación en eucalipto ha permitido instalar durante el año 2005, 6 unidades para estudiar el efecto de la fertilización sobre el crecimiento del monte bajo de *E. globulus*. Detalle de los ensayos en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1  
ENSAYOS DE FERTILIZACION

Ensayo	Sector	Región
1	Leyda	V
2	Longotoma	V
3	Constitución	VII
4	San Javier	VII
5	Pidima	IX
6	Puerto Montt	X

En este tipo de ensayo se intenta verificar el efecto de la fertilización tradicional sobre el rendimiento del monte bajo. La bibliografía reporta que el monte bajo necesitaría de una fertilización de apoyo, ya que el rodal original se supone utilizó los nutrientes presentes en el suelo, no siendo estos estudios concluyentes a este respecto. Es así como Assis *et al.* (1985) indican que la productividad de tocones es función de la calidad y cantidad de nutrientes disponibles para la planta. Estudios donde se aplicó N y P concluyeron que no existieron diferencias significativas en diámetro y en altura entre tratamientos, pero sí superaron al testigo. Otros autores recomiendan fertilizar ya que en un principio el sistema radicular parcialmente establecido provee de nutrientes a través de sus reservas orgánicas, pero con las altas tasas de crecimiento, estas decrecen drásticamente (Reis y Reis, 1997). Las operaciones de fertilización en áreas con serias restricciones hídricas y baja densidades de árboles no sería recomendada, pero en un área con buen nivel hídrico, buena sobrevivencia

<sup>5</sup> Funcionalidad del Modelo de Volumen de Árbol Individual para Monte Bajo de *E. globulus*. Documento de Trabajo PMB-04. Proyecto FONDEF D0211117, Junio 2005.

y solo bajo nivel de fertilidad, la fertilización sería altamente conveniente (Stape, 1997). Se recomienda la fertilización con nitrógeno (N) y fósforo (P), incluso antes de iniciada la brotación, ya que las raíces no entregan estos elementos. En el caso del potasio (K), el sistema radicular entrega sólo este elemento para el crecimiento de brotes, en la medida que el sistema radicular recupera las raíces finas y medias este elemento es proporcionado por el suelo (Barros *et al.*, 1997).

En los tratamientos se varió el aporte de nitrógeno, manteniendo constante el fósforo y el potasio. Los elementos fuentes de cada nutriente correspondieron a Urea (Nitrógeno), Superfósforo Triple (Fósforo) y Salitre Potásico (Potasio). A continuación se presentan las dosis utilizadas en el ensayo.

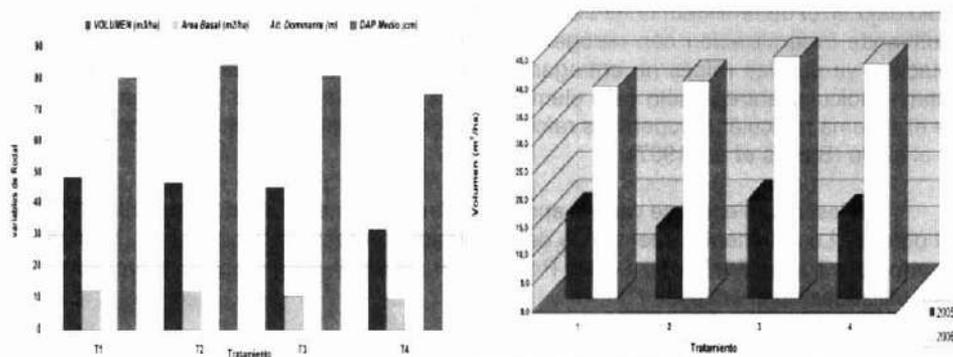
**Cuadro N° 2**  
**DOSIS UTILIZADAS EN CADA ENSAYO**

Tratamiento	Elemento	Dosis g/pl	K/ha Elemento
1	Testigo	Testigo	Testigo
2	N	60	100
	P	120	200
	K	30	50
3	N	120	200
	P	120	200
	K	30	50
4	N	90	150
	P	120	200
	K	30	50

Las conclusiones iniciales señalan que luego de un año de aplicado el fertilizante, aún no se detectan diferencias significativas entre los tratamientos y que hasta la fecha todos los mejores tratamientos han generado un mayor volumen total que el tratamiento sin fertilizar (Figura N° 1), siendo necesario incluir en los futuros análisis el costo de la fertilización y su relación con el mayor crecimiento posible de obtener.

La estrategia a ser utilizada será definida a través de la evaluación de los costos de la aplicación de fertilizantes y de los resultados su aplicación en términos de incremento en rendimiento.





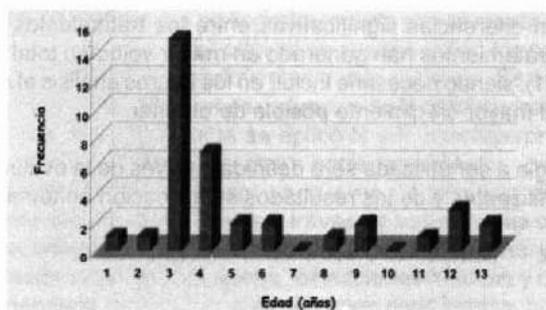
**Figura N° 1**  
**SITUACION INICIAL DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ENSAYO DE FERTILIZACION Y EVALUACION DEL VOLUMEN SEGUN TRATAMIENTOS ENSAYO DE FERTILIZACION. SECTOR LONGOTOMA**

## Crecimiento y Rendimiento

### - Información Utilizada

Los datos provienen de parcelas permanentes instaladas en rodales de monte bajo. El número total de parcelas permanentes utilizadas en el análisis asciende a 38 con un total de 79 mediciones. Cada una de las parcelas tiene una superficie de 500 m<sup>2</sup>, con una forma rectangular (20x25 m). En cada unidad se han medido parámetros del árbol tales como el DAP y altura.

En términos de distribución de edades, prácticamente toda la información se concentra entre los 3 y 12 años de edad (Figura N° 2). Este rango es un factor que necesariamente afecta las estimaciones de los modelos que se obtenga.

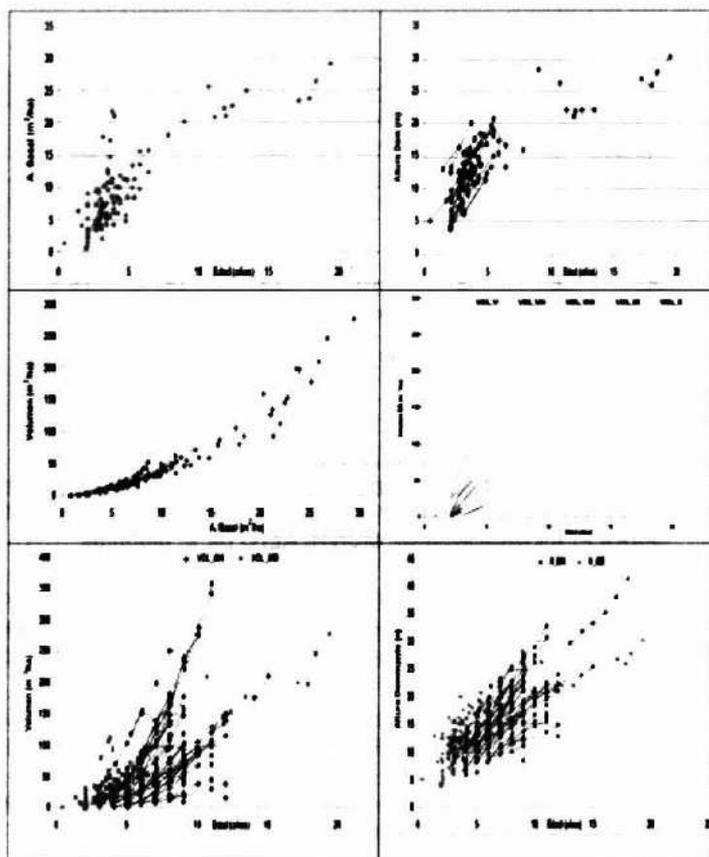


**Figura N° 2**  
**DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LA EDAD DE LAS PARCELAS PERMANENTES DEL PROYECTO**

## - Descripción de Rodales de Monte Bajo en Chile

Para describir la situación de los rodales de monte bajo que se está utilizando en la investigación, se presenta la Figura N° 3 con las variables de rodal en monte bajo (MB) obtenidas, entre ellas edad y área basal; edad y altura dominante; área basal y volumen; y edad y volumen. En algunos gráficos aparecen además, como comparación, datos de bosques de *E. globulus* originados a partir de semilla (Monte Alto MA).

De acuerdo con la información obtenida desde las distintas unidades, *E. globulus* bajo el esquema de monte bajo presenta una alta supervivencia (85-90%) y una asintota en altura de 28 m a los 9 años de edad. En términos de la producción, los resultados obtenidos de diagramas permanentes indican aumentos anuales en volumen en el promedio de 20 m<sup>3</sup>/ha/año, con valores máximos de 35 m<sup>3</sup>/ha/año.

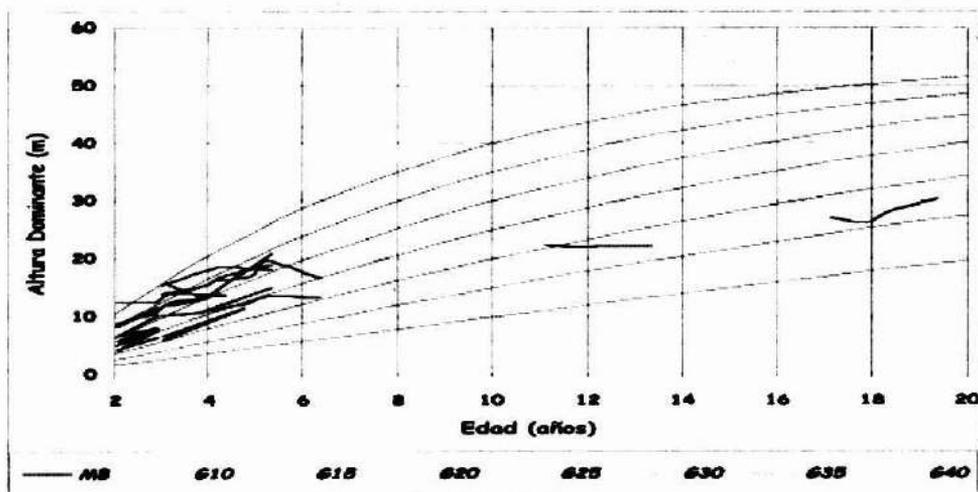


**Figura N° 3**  
**VARIABLES DE RODAL EN MONTE BAJO (MB): EDAD Y AREA BASAL; EDAD Y ALTURA**  
**DOMINANTE; AREA BASAL Y VOLUMEN; EDAD Y VOLUMEN.**



De las figuras anteriores se destaca el acelerado crecimiento inicial registrado en los rodales de monte bajo, junto con rendimientos volumétricos semejantes a los obtenidos para el monte alto de *E. globulus*.

En la Figura N° 4 se presenta las series de altura dominante obtenidas desde las parcelas permanentes de monte bajo, junto con proyecciones de Sitio obtenidas desde anteriores trabajos de INFOR con plantaciones de monte alto. De la figura se concluye que los rodales de monte bajo estarían presentando un crecimiento al menos similar a los obtenidos desde rodales de monte alto.



**Figura N° 4**  
**SERIES DE MEDICIONES EN ALTURA DOMINANTE OBTENIDAS EN PARCELAS PERMANENTES DE MONTE BAJO Y SU COMPARACION CON CURVAS DE INDICE DE SITIO PARA PLANTACIONES DE MONTE ALTO DE *E. globulus***

Los resultados principales de la investigación apuntan a obtener antecedentes de crecimiento y los modelos de apoyo (sitio, volumen, área basal) para este tipo de bosque. Su uso permitirá establecer una línea de investigación con las plantaciones de monte bajo de corta rotación de *E. globulus* en Chile.

#### **- Modelos de Crecimiento para Monte Bajo**

El estudio intenta validar o generar modelos de crecimiento y rendimiento para el monte bajo de *E. globulus*. Entre los principales modelos se cuentan:

- Crecimiento en Altura
- Mortalidad natural
- Modelo de crecimiento y rendimiento para Area Basal
  - A. Modelo de área basal inicial ( $G_0$ )
  - B. Modelo de crecimiento de área basal ( $G_c$ )
- Modelo de predicción para Volumen Total

En este proceso inicialmente se aplicó los modelos desarrollados para monte alto, pero los resultados no fueron satisfactorios.

Por lo anterior, se reajustó los coeficientes de los modelos para las parcelas de monte bajo. Una vez reajustados los modelos, con la información obtenida desde los rodales de monte bajo, se obtuvo una mejora significativa en los resultados de las estimaciones, en especial en el caso del volumen (Figura N° 5), la altura dominante y la mortalidad natural.

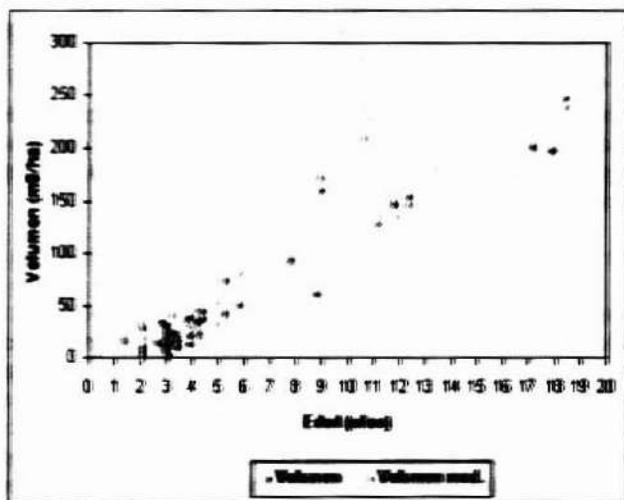


Figura N° 5  
ESTIMACIONES PUNTUALES Y SIMULACION PARA RENDIMIENTO EN VOLUMEN  
MONTE BAJO (—)

El análisis preliminar de los resultados señala que existe diferencia entre las asíntotas para monte alto y monte bajo, donde la asíntota para monte bajo es inferior. El crecimiento en altura para monte bajo es mayor en un principio, pero luego es alcanzado por el crecimiento de monte alto que tiene una proyección mayor en altura (Figura N° 6).



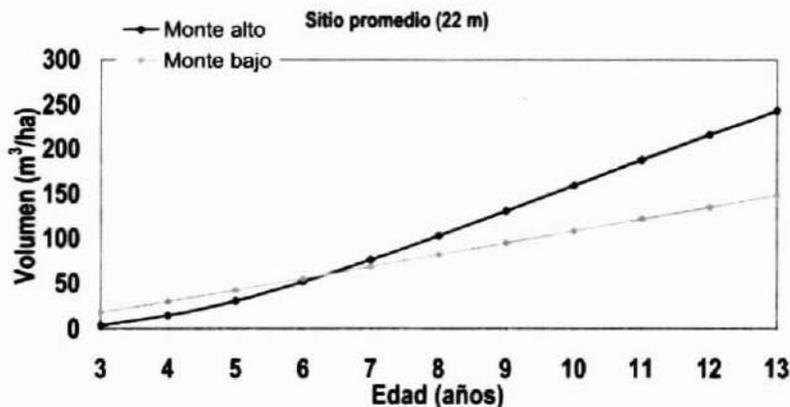


Figura N° 6  
COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL MONTE ALTO Y MONTE BAJO PARA UN SITIO PROMEDIO

En este mismo análisis es necesario incluir el estudio del punto de quiebre en relación con la rentabilidad asociada a este tipo de manejo en relación con la entregada por el monte alto. En este análisis se debe considerar los costos de establecimiento y manejo, rendimientos volumétricos, rotaciones y precio del producto.

#### - Evaluación de la Economía de la Producción

Durante el desarrollo de la investigación continuamente se realiza una evaluación económica, analizando la validez de los supuestos empleados, enfrentando y cotejando la mantención de escenarios, las proyecciones de rendimiento y fundamentalmente, las tendencias de costos y precios que inciden en la validez económica de la propuesta.

Este estudio implica el análisis de los costos involucrados en el proceso, de los ingresos (estudio de los precios según distintas condiciones), indicadores de rentabilidad, etc. También el análisis se basa en supuestos asociados a rendimientos, condiciones de sitio, densidad, etc. Para ello se recopila información de costos asociados a las faenas de manejo del monte bajo, costos de opciones silvícolas, tasas de interés, precios y costos de la producción de productos alternativos o del monte alto.

El análisis de escenarios no es concluyente, dado que efectivamente los supuestos son los que deben ser validados a través de la investigación, lo que permitirá acceder a información importante al momento de la toma de decisiones.

Reunida toda la información se procede a ingresar los datos a planillas evaluadoras generadas por el proyecto (Figura N° 7), en donde bajo diferentes escenarios se obtiene distintos indicadores de la rentabilidad del monte bajo de *E. globulus*. Entre los más importantes se incluye los valores del Valor Presente Neto (VPN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR)<sup>6</sup>.

FLUJO DE CAJA Reforestación <i>Eucalyptus globulus</i>				
RETAJACION ROJAL	12	AÑOS		
<b>VAN</b>	<b>\$ 383.989,18</b>	<b>\$/ha</b>		
<b>TIR</b>	<b>17%</b>			
<b>ANUALIDAD</b>	<b>43.413,16</b>	<b>\$/ha/año</b>		

MARGEN NETO EN PESOS (\$)				
ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3
<b>TOTAL INGRESOS</b>				
TOTAL COSTOS DE OPERACION E INSUMOS	92.812	58.110	12.000	12.000
TOTAL COSTOS DE INVERSION	2.500	-	-	-
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO				
SUB TOTAL DEPRECIACION				
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>95.112</b>	<b>58.110</b>	<b>12.000</b>	<b>12.000</b>
Utilidad antes de impuesto	95.112	58.110	12.000	12.000
Impuesto (15%)	-	-	-	-
Utilidad despues de impuesto	95.112	58.110	12.000	12.000
<b>MARGEN NETO</b>	<b>95.112</b>	<b>58.110</b>	<b>12.000</b>	<b>12.000</b>

[tabla de costos](#)

[Introducción](#)

**Figura N° 7**  
**PLANILLA DE RENTABILIDAD PARA MONTE BAJO DE *Eucalyptus globulus***  
**DESARROLLADA POR INFOR**

### - Herramienta de Gestión para Productores

Los modelos desarrollados por INFOR para el caso del monte bajo han sido incluidos en una planilla en formato Excel, en la cual se puede leer los rendimientos en volumen, densidad, altura y área basal a una edad determinada.

Este tipo de herramienta es de interés para productores, investigadores e interesados en el manejo del monte bajo de *E. globulus*. En la actualidad, no existe un instrumento de gestión que pueda ser utilizada en el monte bajo y la inclusión de la variable edad permite generar un modelo de tipo dinámico actualmente inexistente.

Este modelo está siendo evaluado constantemente, demostrando hasta el momento adecuadas capacidades estimatorias. Sin embargo, los modelos de monte bajo están afectados por la edad de la información con que se cuenta, por que es importante manejarlos con cautela, considerando que sólo son un primer paso. Su mejora sólo podrá ser posible cuando se cuente con mayor número de mediciones y con una mayor densidad de estas, para el rango de edades que va de los 6 a 12 años de edad.

## CONCLUSIONES

Se destaca el interesante crecimiento registrado en Chile por el monte bajo de *Eucalyptus globulus* y la necesidad del desarrollo de herramientas de apoyo para el manejo eficiente del monte bajo con esta especie.

Existe diferencia entre las asíntotas para monte alto y monte bajo, donde la asíntota para monte bajo es inferior. El crecimiento en altura para monte bajo es mayor en un principio, pero luego es alcanzado por el crecimiento de monte alto que tiene una proyección mayor en altura.

Luego de un año de aplicado el fertilizante en los ensayos, aún no se detectan diferencias significativas, pero los mejores tratamientos han generado un mayor volumen total que el tratamiento sin fertilizar, siendo necesario incluir en los futuros análisis el costo de la fertilización y su relación con el mayor crecimiento posible de obtener.

Los modelos de monte bajo están fuertemente afectados por la edad de la información con que se cuenta.

Una vez reajustados los modelos con la información obtenida desde los rodales de monte bajo se obtuvo una mejora significativa en los resultados de las estimaciones, en especial en el caso de la altura dominante y mortalidad natural.

Estos modelos son un primer paso. Su mejora será posible cuando se cuente con mayor número de mediciones y con una mayor densidad de estas para el rango de edades que va de los 6 a 12 años de edad.

Es necesario mantener las mediciones a fin de establecer si los resultados obtenidos hasta ahora se mantienen o varían en el tiempo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de las empresas y propietarios particulares participantes del estudio, sin los cuales esta investigación no se hubiera materializado.

## REFERENCIAS

**Andrade, H., Benedetti, V., Madaschi, J. y Bernardo, V., 1997.** Aumento da Produtividade da Segunda Rotação de Eucalipto em Função do Método de Desbrota. Serie Técnica IPEF (11) 30: 105 – 116.

**Assis, R.; Ferreira, M.; Morais, E.; Carneiro, C.; Dias, M.; De Morais, E., 1998.** Behaviour of Soil Moisture and Water Storage in *Eucalyptus urophylla* Plantations at Different Spacings Compared with the Cerrado Vegetation at Bocaiuva (MG). Ciencia e Agrotecnologia 22( 1): 79-86.

**Ayling, RD.; Martins, PJ., 1981.** The Growing of Eucalypts on Short Rotation in Brazil. Forestry Chronicle. 57(1): 9-16.

- Bahamondez, C.; Ferrando, M.; Martín, M. y Pinilla, J.C., 1995.** Determinación de Funciones de Volumen y Razón de Volumen para Eucalipto. Instituto Forestal-Fondef. Documento Proyecto Conicyt-Fondef 2/33. 16 p.
- Barros, N., Teixeira, P. y Teixeira, J., 1997.** Nutrição e Produtividade de Povamentos de Eucalipto Manejados por Talhadia. Serie Técnica IPEF (11) 30: 79–87.
- Camargo, F., Silva, C. y Stape, J., 1997.** Resultados Experimentais da Fase de Emissão de Brotação em *Eucalyptus* Manejado por Talhadia. Serie Técnica IPEF(11) 30:115–122.
- Gonzalez-Río, F.; Castellanos, A.; Fernández, O.; Astorga, R. y Gómez, C., 1997.** El Cultivo del Eucalipto. Manual Práctico del Selvicultor. Celulosas de Asturias S.A. Principado de Asturias. 95p. <http://agrobyte.lugo.usc.es/agrobyte/publicaciones/eucalipto/indice.html>
- Peñaloza H., M., 1985.** Funciones de Volumen Cúbico para la Especie *Eucalyptus globulus* Labill. de Monte Bajo, en la Región Metropolitana. CONAF. Programa de Fomento y Desarrollo Forestal Región Metropolitana. CONAF. Boletín Técnico N° 25. Santiago, Chile. 74p.
- J.C. Pinilla S., 2005a.** Antecedentes Generales Acerca del Manejo de Monte Bajo de *Eucalyptus globulus*. INFOR. Patrocinado por FONDEF. Concepción, Chile, INFOR. 44p. ilus, tabl.
- Pinilla, S., J.C., 2005b.** La Opción del Monte Bajo para el *Eucalyptus globulus*. En: Chile Forestal (316):26-29
- Prado, J.A. y Barros, S. (Ed.), 1989.** *Eucalyptus*: Principios de Silvicultura y Manejo. Instituto Forestal, Santiago, Chile.
- Prado, J.A.; Bañados, J.C.; Bello, A., 1990.** The Coppicing Ability of Some Species of *Eucalyptus* in Chile. Instituto Forestal, Casilla 3085, Santiago, Chile. Ciencia e Investigación Forestal. 1990, 4: 2, 183-190; 3 ref.
- Reis, G. y Reis, M., 1997.** Fisiología da Brotação de Eucalipto com Ênfase nas suas Relações Hídricas. Serie Técnica IPEF (11) 30 9 – 22.
- Ribalta S. E., 1983.** Evaluación de la Producción y Productividad del Monte Bajo de *Eucalyptus globulus* (Lab.), V Región. Tesis para optar al Grado de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 124p.
- Stape, J., 1997.** Planejamento Global e Normalização de Procedimentos Operacionais da Talhadia Simples em *Eucalyptus*. Serie Técnica IPEF (11) 30 : 51 – 62.
- Toral I., M., 1988.** El Efecto de Diversas Intensidades de Clareo en el Crecimiento de Monte Bajo de *Eucalyptus globulus*. En Actas Simposio Manejo Silvícola del Género *Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile. 9-10 Jun.1988. pp.310-333. INFOR-CORFO.
- Venegas, R. y Bonnefoy, P., 1999.** Método de Regeneración de Monte Bajo en *Eucalyptus* sp. XII Silvotecná Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile. Concepción – Chile.





---

# ANÁLISIS ECONOMICO DE OPCIONES PRODUCTIVAS PARA PLANTACIONES DE *Eucalyptus nitens* EN EL SUR DE CHILE

Juan Carlos Valencia Baier (1) y Jorge Armando Cabrera Pérramon (2)

## RESUMEN

Invertir en establecer y manejar plantaciones de *Eucalyptus nitens* para producir rollizos podados con alta proporción de madera libre de nudos para chapa o aserrio, conjuntamente con rollizos aserrables con nudo firme y madera pulpable, cada día cobra mayor interés en productores e inversionistas forestales, frente a la opción netamente pulpable; sin embargo, dado su relativo reciente desarrollo en Chile, son escasos los antecedentes sobre la rentabilidad de esta alternativa, situación que este trabajo busca mitigar mediante un análisis económico para la realidad productiva del sur del país.

Con dicha finalidad, se desarrolló un modelo de actualización de flujos de caja, con el cual se estimó y comparó la rentabilidad de invertir en plantar *E. nitens* considerando: a) un "Régimen Clear" o "Manejo de Alto Valor", con edad de rotación de 20 años, incluyendo tres podas y dos raleos comerciales; y b) la opción de producir sólo madera rolliza pulpable, considerando para ello un flujo de caja de dos rotaciones de monte alto sucesivas, de 10 años cada una: forestación y reforestación. En ambos casos se estimó el Valor Neto Presente (VNP); el Ingreso Anual Equivalente (IAE) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para dos condiciones de productividad de sitio: alta (IMA 45 m<sup>3</sup>/ha-año; IS 33) y media (IMA 30 m<sup>3</sup>/ha-año; IS 26), representativas del rango de crecimiento observado en el sur de Chile.

Además, se analizó la rentabilidad de la opción pulpable para dos rotaciones de monte alto de *E. globulus*, también bajo dos condiciones de sitio: 20 y 30 m<sup>3</sup>/ha-año, representativas de una productividad media a alta para la especie.

Los resultados indican que al 8% de tasa de descuento y en sitios de alta productividad, el VNP de la opción de alto valor de *E. nitens* se estima en 1.322 y 2.343 US \$ / ha, según se considere o no el costo del terreno, generando 1.226 US \$ / ha sobre la opción de invertir en dos rotaciones pulpables con la misma especie. En un sitio de productividad media, el VNP de la opción de alto valor se estimó en 355 y 1.101 US \$ / ha, según se considere o no el costo del terreno, generando 792 US \$ / ha sobre la opción pulpable. En términos relativos, la rentabilidad de la opción de alto valor fluctuó entre 9,0 a 16,2% real anual según productividad de sitio y, si se considera o no el costo del terreno, rentabilidad que para la opción pulpable con *E. nitens* se estimó en el rango de 6,1 a 15% real anual.

---

(1). Ingeniero Forestal, Investigador de Proyectos, INFOR Sede Los Lagos, Valdivia, [jvalenci@infor.cl](mailto:jvalenci@infor.cl)

(2). Mg (E) Economía Agraria, Ingeniero Forestal, Director de Proyectos, INFOR Sede Los Lagos, Valdivia, [jcabrera@infor.cl](mailto:jcabrera@infor.cl)

---

Se concluye que la opción de alto valor exhibe una alta rentabilidad, muy superior a la opción pulpable, que de consolidarse los mercados para la madera de *E. nitens*, puede significar importantes retornos para pequeños y medianos propietarios forestales.

El análisis a nivel de rodal de la opción pulpable con *E. globulus*, determinó altas rentabilidades en los sitios evaluados, concluyendo que no debieran primar razones económicas para cambiar el uso del suelo por *E. nitens*, donde *E. globulus* logre crecer con un IMA sobre 20 m<sup>3</sup>/ha-año.

**Palabras clave:** *Eucalyptus nitens*; *E. globulus*; plantaciones; manejo; rentabilidad.

## SUMMARY

Investing in establishing and managing plantations of *Eucalyptus nitens* for solid wood products to produce pruned logs with high proportion of clear wood for appearance veneer or sawn timber; sawlogs with knots for structural and industrial products and pulpwood, is an option that each day takes more attention in forest producers and investors, set against the pulpwood plantation option, nevertheless, product of their relative recent development, are scarce the antecedents about profitability, situation that this study mitigating with an analysis and comparison of the stand economy of both options, for the southern productive reality of Chile.

It is developed a cash flow model for financial analysis with which was calculated and compared the profitability of invest in planting *E. nitens* considering: a) "Clear Wood Regime" or "Higher Value Management", with a twenty year rotation, including three pruning and two commercial thinning; and b) the option of producing only pulpwood, considering for it a cash flow of two successive ten year rotation pulpwood each one. In both cases was calculated the Net Present Value (NPV); Annual Equivalent Return (AER) and Internal Rate of Return (IRR), for two site productivity: high (MAI of 45 m<sup>3</sup>/ha / yr; SI 33) and medium (MAI of 30 m<sup>3</sup>/ha / yr; SI 26), representative of the rank of growth observed for the species in the South of Chile.

Additionally, was evaluated the profitability of pulpwood option for two rotations of *E. globulus*, considering an MAI in volume of 20 and 30 m<sup>3</sup>/ha / yr, representative of a mean to high site productivity for this species.

For a discount rates of 8% and in a site with high productivity, the NPV of the Higher Value Management of *E. nitens* was calculated in 1.322 and 2.343 US \$ / ha, according to be considered or not the cost of the land, generating an increment in the NPV of 1.226 US \$ / ha set against the option of investing in two pulpwood rotations with the same species. In a site with medium productivity, the option of higher value generates a NPV of 355 and 1.101 US \$ / ha, considering or not the cost of the land, generating an increment in the NPV of 792 US \$ / ha set against the pulpwood plantation option, indicating the economic convenience of invest with objectives of solid wood products with higher value utilization. The IRR of the higher value management with *E. nitens* fluctuates among the 9,0 to 16,2% real annual

---

according to site productivity and if is considered or not the cost of the land, profitability that in the pulpwood option with *E. nitens* was calculated in 6,1 and 15 %.

It is concluded that the option of higher value with *E. nitens* is an alternative with high profitability, much better than the pulpwood plantation option, therefore, if a market for *E. nitens* sawlogs and veneer is consolidated, the higher value plantation option can produce important benefits for small and medium owners of the country.

The high profitability of the pulpwood plantation option with *E. globulus*, permits to conclude that should not exist economic reasons for the land uses change with *E. nitens* where *E. globulus* can grow on 20 m<sup>3</sup> / ha / yr.

**Key words:** *Eucalyptus nitens*; *E. globulus*; plantations; clear wood regime; profitability



## INTRODUCCION

La superficie mundial de plantaciones de eucalipto se estima en 19,4 millones de hectáreas (Baso 2004), orientadas principalmente a la producción de madera pulpable y combustible en rotaciones de 8 a 14 años; sin embargo, los últimos 5 a 10 años, un porcentaje creciente de esta superficie ha ido cambiando su orientación productiva, para ser establecida, manejada y cosechada, por numerosas empresas, entre ellas algunas multinacionales, para producir madera rolliza libre de nudos y defectos para aserrijo y chapas, aprovechando la oportunidad de mercado que determinan la restricción de oferta de maderas duras tropicales y el crecimiento proyectado de la demanda por productos de madera sólida de alto valor, en especial de las principales economías como EEUU, Japón, China y la Unión Europea (Flynn, 2005). El progreso evidenciado los últimos 5 años en genética, silvicultura, cosecha, técnicas de aserrijo y secado de madera de eucalipto, ha fortalecido el desarrollo de esta opción, superando con ello numerosas barreras tecnológicas y, de paso, algunas concepciones arraigadas sobre una supuesta mala reputación del género para dichos usos.

De esta manera, además del mercado pulpable y, eventualmente, de la madera reconstituida o compuesta<sup>1</sup>, Flynn (2005); Nolan *et al.* (2005); Montagu *et al.* (2003) y Shield, (2002), identifican tres sectores de mercado para rollizos de plantaciones de eucaliptos: a) pallets y embalajes; b) madera aserrada y chapas de uso estructural; y c) rollizos podados con alta proporción de madera libre de nudos y defectos para usos en los que predomina lo estético, como chapas decorativas y madera aserrada *clear*. El primer mercado utiliza rollizos de baja calidad, sector en que los eucaliptos ya incursionan con éxito a nivel mundial, incluso en Chile con *E. nitens*; el segundo mercado, para uso estructural, requiere de rollizos de alta calidad con pocos nudos y defectos para alcanzar las exigencias requeridas por norma. Sin embargo, algunos autores estiman que los eucaliptos serían poco competitivos frente a la madera de coníferas, entre ellas *Pinus radiata*, que dominan este mercado (Montagu *et al.* 2003; Cabrera, 2003), no obstante, sí podrían tener oportunidades en aplicaciones en que la resistencia y tamaño sean importantes, o eventualmente como madera laminada para uso estructural (Gaunt *et al.* 2003, McKenzie *et al.* 2003; Montagu *et al.* 2003; Shield, 2002), de hecho en Tasmania, Australia, la empresa Forest Enterprise of Australia produce madera aserrada para uso estructural, denominada *EcoAsh®*, con plantaciones de *E. nitens*<sup>2</sup>. El tercer sector, de alto valor (*appearance grade*) para mueblería, pisos, molduras y chapas decorativas, se perfila como el mercado con las mejores oportunidades para madera de plantaciones de eucalipto y al que se apunta con *E. nitens*, caracterizado por ser un mercado estable y de altos precios, tradicionalmente satisfecho por maderas duras de especies tropicales, oferta que progresivamente comienza a ser más escasa. Flynn (2005) concluye que es inevitable que progrese el uso de alto valor de las plantaciones de eucalipto y emerja como un importante componente del negocio mundial de maderas del siglo 21, en usos y aplicaciones de la madera sólida y en productos de ingeniería como el LVL, OSB y LSL (*Laminated Strand Lumber*).

De hecho, en varios países operan empresas de diverso tamaño que manejan plantaciones y transforman madera de eucalipto para chapas y madera aserrada. En Brasil

<sup>1</sup> Los tableros MDF (*Medium Density Fibreboard*) y OSB (*Oriented Strand Board*) han demostrado ser una opción industrial interesante para algunos eucaliptos, entre ellos *E. nitens*.

<sup>2</sup> [http://www.forestenterprise.com/downloads/FEA\\_Flier\\_web.pdf](http://www.forestenterprise.com/downloads/FEA_Flier_web.pdf)

destacan Aracruz, Klabin, CAF Santa Bárbara y Boise Cascade; en Argentina Forestadora Tapebicua y MASISA; en España el Grupo ENCE; en Uruguay Cofusa-Urufor, Euforest (ENCE) y Colonvade (joint venture Wayerhauser/UBB); todas utilizando *Eucalyptus grandis*; en Sudáfrica la empresa Mondi está renovando sus instalaciones para procesar madera de sus plantaciones y en Australia las empresas Gunns Ltd, Forestry Tasmania y Forest Enterprise of Australia cultivan e industrializan plantaciones de *E. nitens*.

Se suma la investigación y desarrollo sobre cultivo y procesamiento de plantaciones de eucalipto para madera sólida, ejecutada por numerosos institutos y centros tecnológicos tales como LATU en Uruguay, INTA en Argentina, EMBRAPA en Brasil, CSIR y la Universidad de Stellenbosch en Sudáfrica, CIRAD Fôret en Francia, CIS-Madera en España, CSIRO y CRC-SPF en Australia, el Forest Research Institute Ltd. en Nueva Zelanda e INFOR en Chile.

Sin embargo, se trata de un mercado reciente, que según Flynn (2005); Nollan *et al.* (2005) y Donnelly *et al.* (2003), representa una oferta mundial de rollizos aserrables de eucalipto de plantaciones del orden de los 3 millones de m<sup>3</sup> al año<sup>3</sup>, no obstante se proyecta supere los 10 millones de m<sup>3</sup> anuales a partir del año 2015, 10% del cual correspondería a rollizos podados de alto valor. Los principales oferentes son Brasil, Uruguay, Argentina, Sudáfrica y Australia, países en que se ha realizado manejo intensivo de las plantaciones a través de podas y raleos y en los cuales la rentabilidad anual promedio de invertir en este tipo de objetivo productivo se ha estimado en el rango de 12 a 24% (Cubbage *et al.* 2005; Nolan *et al.* 2005; Donnelly *et al.* 2003), la cual, según Flynn (2005) supera en muchos casos la rentabilidad real anual que registran los principales fondos de pensiones a nivel internacional.

En el caso particular de la especie *E. nitens*, en Australia Candy y Gerrand (1997) han estimado que la rentabilidad de invertir en la opción de alto valor registra una TIR del 12% real anual en los mejores sitios de crecimiento, incluyendo en este análisis el costo de uso del suelo. Operativamente, la empresa Gunns Plantation Ltd. (GPL) de Australia ofrece en sus proyectos de inversión (Woodlot Project) una TIR después de impuestos de 13,8% para el esquema de producción de madera para chapas y pulpa con *E. nitens*, considerando una rotación de 20 años, frente al 10,9% que ofrece para la opción netamente pulpable, considerando una rotación de 13 años<sup>4</sup>.

Chile detectó esta oportunidad y aprovechando sus ventajas comparativas para el cultivo de eucaliptos, en especial con *E. nitens*, ha iniciado líneas de investigación aplicada, lideradas por el Instituto Forestal, INFOR, a través del proyecto FDI/CORFO "Desarrollo de Opciones Productivas de Mayor Valor para Plantaciones de *Eucalyptus nitens* en la IX y X Región", ejecutado entre los años 2002 y 2004, en asociación con empresas y productores forestales y; ahora con un nuevo proyecto FDI CORFO sobre investigación aplicada en silvicultura para producir rollizos de alto valor, estudio que se ejecutará ente los años 2005 al 2007.

<sup>3</sup> De un total de 6 millones de m<sup>3</sup>, al considerar la oferta proveniente de bosques nativos australianos.

<sup>4</sup> <http://www.gunns.com.au/plantations/overview.html>



Avalan esta nueva opción productiva la experiencia reciente de algunas importantes empresas del país, interesadas en diversificar el aprovechamiento industrial de *E. nitens*, incursionando en madera sólida, como lo demuestran las exportaciones del año 2004 y de enero - marzo de 2005 entre las que figuran los primeros envíos de madera aserrada en tabloncillos realizados por CMPC Maderas S.A., involucrando 1.863 m<sup>3</sup> y un monto total de US \$ 242 mil FOB (INFOR, 2005a y 2005b). En el manejo de plantaciones, Forestal y Agrícola Monteáguila S.A. tiene proyectado el raleo y poda de 6 mil hectáreas de *E. nitens* de su patrimonio (Herranz, 2005), a lo cual se suma una superficie similar que un grupo de productores del sur del país tiene proyectado manejar para los próximos cinco años, en predios ubicados en las Regiones IX y X (Ludwig, 2005).

De esta forma, se abre para Chile una nueva opción de inversión y transformación industrial, representada por el manejo intensivo de plantaciones desde temprana edad, aprovechando el potencial de crecimiento y respuesta al manejo de esta especie y la oportunidad de acceder a un creciente mercado mundial en torno a los eucaliptos. Para los propietarios forestales representa una interesante opción de inversión, más aún en un escenario en que los precios de la madera pulpable de la especie limitan el desarrollo del negocio sólo a una determinada combinación de condiciones de sitio, proximidad a centros de consumo y escala de operaciones, entre otras (INFOR 2004a). De masificarse en Chile la opción de alto valor para *E. nitens*, significaría que las rotaciones originalmente planificadas sólo para producir madera de aptitud pulpable en turnos cortos, pueden orientarse a la producción conjunta de rollizos para chapas, aserrío y pulpa, con rotaciones de 15 a 20 años según sitio, silvicultura, tecnologías, productos y otras consideraciones relacionadas con la calidad de la madera, por lo cual se hace indispensable dimensionar su desempeño económico. En este contexto, el presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

## OBJETIVO GENERAL

Contribuir con antecedentes e información sobre rentabilidad de invertir en establecer y manejar plantaciones de *E. nitens* para producir rollizos podados para chapa y aserrío como producto principal y, complementariamente, rollizos aserrables con nudo y pulpables, para las condiciones de crecimiento y costos del sur de Chile.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

Calcular los indicadores de rentabilidad Valor Neto Presente (VNP), Ingreso Anual Equivalente (IAE) y Tasa Interna de Retorno (TIR), para la opción de alto valor con *E. nitens* y de su opción pulpable, bajo dos condiciones de productividad de sitio; con y sin considerar el costo de uso del suelo.

Calcular la rentabilidad de la opción pulpable con *E. globulus* y compararla con las opciones de alto valor y pulpable de *E. nitens*.

Determinar precios de equilibrio para la madera pulpable de *E. nitens* con los cuales se logra la indiferencia entre invertir en la opción pulpable y la de alto valor con esta especie, y entre la opción pulpable con *E. nitens* y *E. globulus*.

## MATERIAL Y METODO

### Modelo Económico

Para construir los flujos de caja y estimar los indicadores de rentabilidad, se elaboró una planilla de cálculo en Microsoft Excel, considerando la alternativa de invertir en forestación con *E. nitens* para dos opciones productivas: a) Alto Valor, orientada a la producción de rollizos podados, aserrables con nudo firme y pulpable, con una rotación de 20 años, y b) Pulpable, considerando dos rotaciones, cada una de 10 años<sup>5</sup>. Adicionalmente, para efectos comparativos, el modelo se estructuró para permitir el análisis costo - beneficio de invertir en la opción pulpable con la especie *E. globulus*, considerando también un flujo de caja de dos rotaciones de monte alto de 10 años cada una<sup>6</sup>. Los indicadores Valor Neto Presente (VNP), Ingreso Anual Equivalente (IAE), ambos en dólares<sup>7</sup> y la Tasa Interna de Retorno (TIR), fueron estimados empleando las siguientes formulas, obtenidas de Klemperer (1996) y Hubbard *et al.* (1998).

Valor Neto Presente:

$$VNP = \sum_{y=0}^t \frac{I_y}{(1+i)^y} - \sum_{y=0}^t \frac{C_y}{(1+i)^y}$$

Ingreso Anual Equivalente:

$$IAE = \left\{ \frac{VNP \times i(1+i)^y}{[(1+i)^y - 1]} \right\}$$

Tasa Interna de Retorno:

$$\sum_{y=0}^t \frac{I_y}{(1+TIR)^y} - \sum_{y=0}^t \frac{C_y}{(1+TIR)^y} = 0$$

En que:

- VNP : Valor Neto Presente (US\$/ha)
- IAE : Ingreso Anual Equivalente (US\$/ha/año)
- TIR : Tasa Interna de Retorno (real anual, en decimales)
- y : Edad de la plantación en que ocurre algún ingreso o costo (años), desde 0 a t (t edad de corta)
- I<sub>y</sub> : Ingreso que ocurre a la edad y,
- C<sub>y</sub> : Costo que ocurre a la edad y,
- i : Tasa de interés (real anual, en decimales)

<sup>5</sup> Se asumen dos rotaciones de 10 años cada una, a objeto de que sean comparables con la opción de alto valor, sobre la base de un mismo periodo de inversión de 20 años.

<sup>6</sup> Se asume una segunda rotación de monte alto, considerando que en 10 años, la calidad genética de las plantas puede llegar a justificar esta opción frente al manejo de los retoños.

<sup>7</sup> Tipo de cambio observado 1 US\$ = \$581, promedio marzo-abril-mayo de 2005 ([www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl))

En todos los casos analizados se determinan los indicadores de rentabilidad para dos productividades de sitio: alta y media, que para *E. nitens* representa el rango de crecimiento observado en la región de Los Lagos. Los indicadores se estiman con y sin considerar el costo de uso del terreno (compraventa), pero no se incluye en el análisis el impacto de eventuales bonificaciones por forestación y manejo. Con respecto a la tasa de descuento, tanto el VNP como el IAE se estimaron considerando un 8% real anual, magnitud razonable como costo de oportunidad del capital para proyectos forestales que involucran largos períodos de maduración.

## Opciones Evaluadas

Para la opción de alto valor se consideró un "esquema tipo" con rotación de 20 años, derivado de: información generada en el Proyecto FDI CORFO INFOR sobre Industria y Mercado, ejecutado el 2002-04 (INFOR, 2004a); información de esquemas australianos (Gerrand *et al.* 1997); antecedentes recopilados en una gira nacional e internacional, realizadas por el Grupo Nitens de Chile (INFOR 2004b, 2003a); la práctica de varios productores de la región de Los Lagos vinculados a proyectos de INFOR y antecedentes de Forestal Mininco S.A. (Dunn, 2003). En la opción pulpable, tanto para *E. nitens* como *E. globulus*, se asume la práctica actual, con rotaciones de 10 años. El Cuadro N° 1 detalla las actividades para ambas opciones, consideradas en el modelo de evaluación. En la opción de alto valor, se aprecia que la oportunidad de los raleos comerciales difiere según productividad del sitio evaluada (alta y media). En el sitio de alta productividad, el primer y segundo raleo comercial se asumen a la edad de 5 y 10 años, respectivamente; y en el sitio de productividad media, a los 6 y 11 años, respectivamente.

**Cuadro N° 1**  
**DESCRIPCION DE ACTIVIDADES SEGUN OPCIONES PRODUCTIVAS EVALUADAS**

<b>Año</b>	<b>Pulpable*</b>	<b>Alto Valor</b>
0	Habilitación, preparación del suelo, cercado	Habilitación, preparación del suelo, cercado
	Control de malezas pre-plantación	Control de malezas pre-plantación
	Plantación de 1.429 plantas/ha	Plantación de 1.429 plantas/ha
	Fertilización (formulación general completa)	Fertilización (formulación general completa)
	Control químico de malezas post plantación	Control químico de malezas post plantación
1-2	Control químico de malezas mantenimiento	Control químico de malezas mantenimiento
3	-	Podá: mejores 700 arb/ha hasta una altura libre de ramas de 2,5 m
4	-	Primer levante podá: 500 arb/ha hasta 4,5 m
5	-	Segundo levante podá: 300 arb/ha a 7,5 m
		Primer raleo comercial en sitios de alta productividad: se eliminan los árboles no podados (729 arb/ha)
6	-	Primer raleo comercial en sitios de productividad media: se eliminan los árboles no podados (729 arb/ha)
10	Cosecha primera rotación	Segundo raleo comercial en sitios de alta productividad: quedan 300 arb/ha podados (se eliminan 400 arb/ha)
	Habilitación y preparación del suelo	
	Reforestación con 1.429 plantas/ha	
11	Fertilización (formulación general completa)	Segundo raleo comercial en sitios de productividad media: quedan 300 arb/ha podados (se eliminan 400 arb/ha)
	Control químico de malezas mantenimiento	
12	Control químico de malezas mantenimiento	-
1 a 20	Supervisión, protección, seguros	Supervisión, protección, seguros
20	Cosecha segunda rotación	Cosecha final

\* Tanto para *E. nitens* como *E. globulus*, se emplea esta estructura productiva.

En ambas opciones productivas se asume una misma densidad y tecnología de establecimiento, no obstante la opción de alto valor tiene por objetivo principal producir rollizos con madera libre de nudos, para lo cual considera la ejecución de 3 podas con periodicidad anual, logrando una altura final libre de ramas de 7,5 m y 2 raleos comerciales, considerando una edad de cosecha 20 años, asumiendo que en las productividades de sitio analizadas, los árboles logran un DAP  $\geq 40$  cm, que satisface los requerimientos industriales para producir dos rollizos libres de nudos por árbol, uno *clear* o multipropósito de 4 m y un rollizo debobinable de 2,8 m de largo, con un diámetro menor mínimo de 28 cm (JAS). Para rollizos aserrables nudosos, se asume un producto industrial de largo 3,35 m y 18 cm JAS de diámetro menor mínimo<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> En ausencia de especificaciones para Eucalipto se empleó una norma para *P. radiata* (Mininco 2003)

## Productividad de Sitio y Rendimientos

Según datos observados por productores y empresas de la región de Los Lagos, se estima que el rango probable de incremento medio anual en volumen (IMA) para plantaciones de *E. nitens* sin manejo, evaluado a los 10 años de edad, fluctúa entre los 30 y 45 m<sup>3</sup>/ha-año<sup>9</sup>, valores consistentes con las proyecciones de los modelos de crecimiento disponibles (INFOR, 2000; Zapata, 2001). En base a las funciones del modelo de crecimiento *Euca3.2* por especie, desarrollado por INFOR y considerando una densidad de establecimiento de 1.429 arb/ha, dichas productividades son similares a las registradas en índices de sitio (IS) de 26 y 33 metros. Para la opción de alto valor, en Chile no existen herramientas que simulen el crecimiento o información publicada de rendimientos observados de rodales con poda y raleo, aspecto que INFOR abordará con su nuevo proyecto de silvicultura para la especie. Para superar esta limitante, en este trabajo se asumen volúmenes comerciales para ambos raleos según antecedentes productivos de experiencias de manejo en la región de Los Lagos, validadas con proyecciones del simulador *Euca3.2* según volumen medio por árbol a la edad del raleo y número de árboles extraídos. Para determinar el volumen de cosecha final de la opción de alto valor, se asumió que el volumen total acumulado, incluido raleos, fuese el 90% del volumen acumulado de dos rotaciones pulpables, considerando el IMA de la primera rotación. Para este volumen de cosecha final, en ambos sitios, se asumió que el 40% es aptitud pulpable; 30% aserrable nudoso y 30% rollizos podados (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2

### RENDIMIENTOS EVALUADOS SEGUN SITIO Y OPCION PRODUCTIVA PARA *E. nitens* (m<sup>3</sup>/ha)

SITIO OPCIÓN	MEDIA PRODUCTIVIDAD (IS 26)		ALTA PRODUCTIVIDAD (IS 33)			
	Alto Valor	Pulpable		Alto Valor	Pulpable	
Variables Físicas		1ª rotación	2ª rotación		1ª rotación	2ª rotación
Volumen raleo 1	50	0	0	60	0	0
Volumen raleo 2	100	0	0	110	0	0
IMA edad de corta	19.5	30	33	32	45	49.5
Volumen cosecha final	390	300	330	640	450	495
Pulpable	156	300	330	256	450	495
Aserrable con nudo	117	0	0	192	0	0
Podado	117	0	0	192	0	0

En ambos sitios se asume que la segunda rotación pulpable logra un 10% más de volumen comercial que la primera, producto de avances genéticos, tecnológicos y silvícolas.

Para la opción pulpable con *E. globulus*, se asumió un IMA de 20 y 30 m<sup>3</sup>/ha / año, según productividad de sitio media y alta, respectivamente<sup>10</sup>, crecimiento que en base a las proyecciones del simulador *Euca3.2* equivalen a un IS de 22 y 28, respectivamente, para una densidad inicial de 1.429 arb/ha. Al igual que en *E. nitens*, la segunda rotación pulpable se asume un IMA un 10% superior a la primera rotación. Estos antecedentes de crecimiento son consistentes con información proporcionada por Prado y Barros (1989), para la Región Oceánica de Los Lagos, delimitada por los paralelos 39° y 42° S, quienes mencionan proyecciones de crecimiento para *E. globulus spp globulus* en el rango de 10 a 29 m<sup>3</sup>/ha/año. De acuerdo a Geldres y Schlatter (2004), el potencial de *E. globulus*, de 32,1 m<sup>3</sup>/ha/

<sup>9</sup> Incluso en determinados sitios y parcelas se han observado /IMA superiores a los 45 m<sup>3</sup>/ha/año.

<sup>10</sup> En sitios desfavorables y técnicas poco adecuadas en el establecimiento de *E. globulus*, Geldres y Schlatter (2004) calcularon un IMA de 10 a 12 m<sup>3</sup>/ha - año en plantaciones de la provincia de Osorno.

año, medido en una plantación establecida con técnicas adecuadas y ubicada en un sitio favorable, corresponde al crecimiento máximo proyectado para esta zona.

### Costos de Establecimiento y Manejo

Según información de productores de la región de Los Lagos y los antecedentes de costos de forestación publicados por CONAF (2004) para la temporada 2005, el Cuadro N° 3 entrega la magnitud de costos medios de establecimiento y podas empleados en este trabajo.

**Cuadro N° 3**  
**SUPUESTOS SOBRE COSTOS DE ESTABLECIMIENTO, MANTENIMIENTO Y PODA DE**  
**PLANTACIONES DE EUCALIPTO SEGUN OPCION PRODUCTIVA**  
**(US\$/ha)**

Actividad	Opción de Alto Valor		Opción Pulpable			
			Forestación		Reforestación	
	Año	(US\$/ha)	Año	(US\$/ha)	Año	(US\$/ha)
Habilitación, cercado y preparación terreno	0	260	0	260	10	150*
Control malezas pre-plantación	0	80	0	80	10	0
Plantas y plantación	0	160	0	160	10	160
Control malezas post-plantación	0	75	0	75	10	75
Fertilización	0	110	0	110	10	80
Control malezas mantenimiento	1-2	80	1-2	80	11-12	80
Costos anuales administración, protección y seguros	1 al 20	20	1 al 10	20	11 al 20	20
Primera poda	3	75	-	-	-	-
Segunda poda	4	80	-	-	-	-
Tercera poda	5	85	-	-	-	-

\* No considera cercado pero incluye fajeo de residuos de cosecha en curvas de nivel.

Fuente: elaboración propia según información proporcionada por Menzel (2005), Leiva (2004) y Ludwig (2004).

### Costo de Adquisición y Precio de Venta del Suelo

Para incluir el costo de uso del suelo se empleó precios de la tierra diferenciados según productividad de sitio: 950 y 1.300 US\$/ha, para sitios de productividad media y alta, respectivamente, que son promedios representativos del valor que, a la fecha, alcanzan los suelos de aptitud forestal en el sur del país (Ludwig, 2005). En ambos casos se asume el mismo precio real de compra (al año 0) y venta (al año 20), con lo cual se considera sólo los intereses que se dejan de percibir por este concepto.

### Costos de Cosecha y Transporte

Según antecedentes proporcionados por productores del Grupo Nitens (Bregar 2005; Ludwig, 2005; Menzel, 2005) y de cálculos realizados por Provoste (2004) para operaciones de cosecha de *E. nitens*, se empleó un costo de 15,7 US\$/m<sup>3</sup> ssc como valor promedio unitario, el cual considera cosecha y carguío por 7,2 US\$/m<sup>3</sup> y 8,5 US\$/m<sup>3</sup> para transporte, asumiendo un flete corto de 5 Km y un flete de 80 Km desde el bosque al centro de consumo. Si bien en una misma plantación pueden existir diferencias entre costos unitarios para la extracción de madera de raleo y cosecha final y según la dimensión de los productos (chapa,

aserrío y pulpa), este trabajo las omite para simplificar la estructura del modelo económico y el análisis<sup>11</sup>.

## Precio de Productos

El análisis económico de ambas opciones productivas, considera la venta de rollizos puestos en planta, asignando para ello los siguientes precios por tipo de producto: \$21.000 por metro ruma de madera rolliza pulpable de *E. nitens*, lo que equivale a 23,4 US\$/m<sup>3</sup>ssc<sup>12</sup>, y que es consistente con las estadísticas de precio publicadas por INFOR (2003b) y con el precio del mercado interno que están recibiendo algunos productores de la región de Los Lagos.

Para los rollizos aserrables con nudo y podados de *E. nitens*, dado que no existe un mercado interno establecido, como supuesto se asume los precios puesto planta para la especie pino radiata: 35 y 55 US\$/m<sup>3</sup>, respectivamente. Al respecto, es importante mencionar que el precio que recibirá el productor por sus rollizos de alta calidad de *E. nitens*, dependerá de una serie de factores, por lo que no es factible predecirlo; sin embargo, al emplear la magnitud y estructura de precios del mercado interno del pino radiata como referencia, debiese interpretarse como un escenario prudente, pero conservador para una madera de latifoliada que aspira a acceder a usos de alto valor.

Para la madera pulpable de *E. globulus* se asumió un precio puesto planta de \$31.500 por metro ruma, lo que equivale a 35 US\$/m<sup>3</sup>ssc puesto planta<sup>13</sup>.

En base a los supuestos de costos de cosecha - transporte y los precios puesto planta, en el Cuadro N° 4 se consolida los precios de madera en pie utilizados en el análisis de rentabilidad de las opciones descritas.

**Cuadro N° 4**  
**PRECIO EN PIE POR TIPO DE PRODUCTO Y OPCION DE MANEJO**  
**(US\$/m<sup>3</sup> ssc)**

Rollizo	<i>E. nitens</i> Opción Alto valor	<i>E. nitens</i> Opción Pulpable	<i>E. globulus</i> Opción Pulpable
Pulpable	7,7	7,7	19,3
Aserrable nudoso	19,3	-	-
Podado	39,3	-	-

<sup>11</sup> Para la opción de alto valor se han omitido posibles costos de pre y post cosecha por eventuales tratamientos orientados a mitigar el efecto de las tensiones de crecimiento de la madera tales como anillamiento en pie y uso de ceras emulsionantes para el sellado de las trozas, puesto que a la fecha no se dispone de antecedentes para Chile que efectivamente demuestren su conveniencia.

<sup>12</sup> Considera un factor de conversión de 1,55 m<sup>3</sup> por cada metro ruma

<sup>13</sup> Zapata (2001) evaluando la rentabilidad de diferentes opciones de establecimiento, empleó en su análisis precios puesto planta para el metro ruma pulpable de \$20 mil para *E. nitens* y de \$30 mil para *E. globulus*.

## RESULTADOS

### Sitio de Alta Productividad

En el Cuadro N° 5 se proporciona los resultados de indicadores de rentabilidad estimados para una rotación de 20 años de *E. nitens* bajo esquema de alto valor; para dos rotaciones de 10 años con manejo pulpable de *E. nitens* y para dos rotaciones con manejo pulpable de *E. globulus*. En el caso de *E. nitens*, los indicadores estimados corresponden a IS 33 y en *E. globulus* a IS 28.

**Cuadro N° 5**  
**INDICADORES DE RENTABILIDAD PARA PLANTACIONES DE *E. nitens* y *E. globulus* SEGUN OPCION PRODUCTIVA, CON Y SIN CONSIDERAR EL COSTO DEL TERRENO.**

OPCION	Considerando costo terreno			Sin considerar costo terreno		
	VNP (8%) (US\$/ha)	IAE (8%) (US\$/ha/año)	TIR (%)	VNP (8%) (US\$/ha)	IAE (8%) (US\$/ha/año)	TIR (%)
<i>E. nitens</i> Alto Valor	1.322	135	10,8	2.343	239	16,2
<i>E. nitens</i> Pulpable	96	10	8,3	1.117	114	15,0
<i>E. globulus</i> Pulpable	1.722	175	12,7	2.743	279	21,2

### Sitio de Productividad Media

El Cuadro N° 6 entrega resultados de indicadores de rentabilidad estimados para una rotación de 20 años de *E. nitens* bajo esquema de alto valor; para dos rotaciones de 10 años con manejo pulpable de *E. nitens* y para dos rotaciones con manejo pulpable de *E. globulus*. En el caso de *E. nitens*, los indicadores estimados corresponden a IS 26 y en *E. globulus* a IS 22.

**Cuadro N° 6**  
**INDICADORES DE RENTABILIDAD PARA PLANTACIONES DE *E. nitens* y *E. globulus* SEGUN OPCION PRODUCTIVA, CON Y SIN CONSIDERAR EL COSTO DEL TERRENO**

OPCION	Considerando costo terreno			Sin considerar costo terreno		
	VNP (8%) (US\$/ha)	IAE (8%) (US\$/ha/año)	TIR (%)	VNP (8%) (US\$/ha)	IAE (8%) (US\$/ha/año)	TIR (%)
<i>E. nitens</i> Alto Valor	355	36	9,0	1.161	112	12,8
<i>E. nitens</i> Pulpable	- 437	- 44	6,1	310	32	10,4
<i>E. globulus</i> Pulpable	647	66	10,4	1.393	142	16,3

### Precio de la Madera Pulpable *E. nitens* para el Equilibrio

Para una misma condición de sitio (alta o media) y con los supuestos utilizados, el Cuadro N° 7 proporciona los resultados del precio equilibrio para la madera pulpable de *E. nitens* puesto planta y en pie, con el cual se iguala el VNP (a un 8% real anual) de la opción pulpable frente a la opción de alto valor con esta especie, y el precio con que se logra la indiferencia entre invertir en manejo pulpable con *E. nitens* o con *E. globulus* (*ceteris paribus*), en este último caso en la eventualidad que ambos proyectos fueran mutuamente excluyentes.

**Cuadro N° 7**  
**PRECIOS PARA LA INDIFERENCIA DE INVERTIR ENTRE OPCION PULPABLE CON *E.nitens***  
**FRENTE A OPCION DE ALTO VALOR Y OPCION PULPABLE CON *E.globulus*.**

Precio Pulpable <i>E. nitens</i> (US\$/m <sup>3</sup> sec)	Para Igualar la Opción Productiva	
	<i>E. nitens</i> Alto Valor	<i>E. globulus</i> Pulpable
Puesto Planta	30,7	28,56
En Pie	15	12,86

## DISCUSION

La opción de establecer y manejar plantaciones de *E. nitens* con el objetivo primario de producir rollizos podados para chapas y/o aserrijo y de manera complementaria madera pulpable, considerando rotaciones de 20 años, es una opción rentable, incluso en sitios de productividad media, siendo una alternativa superior a la opción netamente pulpable. En sitios de alta productividad la TIR de la opción de alto valor fue de 10,8 y 16,2% real anual, con y sin considerar el costo de uso del suelo durante la rotación, respectivamente. El VNP, para una tasa de descuento del 8%, se estimó en 1.322 y 2.343 US\$/ha, según se considere o no el costo del suelo, determinando un ingreso anual equivalente de 135 y 239 US\$/ha, respectivamente.

En contraste la opción de invertir en dos rotaciones pulpables de 10 años cada una con la especie *E. nitens* en sitios de alta productividad, determina rentabilidades inferiores a la opción de alto valor, estimándose una TIR de 8,3 y 15% real anual, según se considere o no el costo del suelo, respectivamente. En términos absolutos, considerando una tasa de descuento del 8%, la opción pulpable determina un VNP de 96 y 1.117 US\$/ha, con y sin considerar el costo del terreno. Se aprecia que en sitios de alta productividad, la diferencia en magnitud del valor actual de decidir destinar la plantación de *E. nitens* a un objetivo de mayor valor frente a la alternativa de dos rotaciones pulpables, significaría para el productor incrementar su riqueza actual en más de US\$ 1.220 por cada hectárea plantada.

En sitios de productividad media, la opción de alto valor con *E. nitens* determina una TIR de 9,0 y 12,8% según se considere o no el costo de uso del terreno. En estos sitios, la magnitud del VNP a una tasa de descuento del 8% real anual, se estima en 355 y 1.101 US\$/ha, con y sin considerar el costo del suelo, lo que es equivalente a una anualidad de 36 y 112 US\$/ha durante 20 años, respectivamente.

Invertir en dos rotaciones pulpables con *E. nitens* en sitios de productividad media en tanto, determina rentabilidades inferiores a la opción de alto valor, estimándose una TIR de 6,1 y 10,4% real anual, con y sin considerar el costo del suelo respectivamente. En términos absolutos, considerando una tasa de descuento del 8%, la opción pulpable determina un VNP de -437 y 310 US\$/ha, con y sin considerar el costo del terreno. Esto significa que en sitios de productividad media, la diferencia en magnitud del valor actual de decidir destinar la plantación de *E. nitens* a un objetivo de mayor valor frente a la opción de dos rotaciones pulpables, significaría para el productor incrementar su riqueza actual en más de US\$ 790 por cada hectárea.

Al comparar *E. nitens* con *E. globulus*, se aprecia que dos rotaciones pulpables de 10 años cada una con la especie *E. globulus*, creciendo a un IMA de 30 m<sup>3</sup>/ha/año, representan una inversión con mayor retorno frente a plantar *E. nitens* bajo un esquema de alto valor, y ambas muy superiores al manejo netamente pulpable con *E. nitens*.

No obstante, se debe tener presente que a diferencia de *E. nitens*, la especie *E. globulus* no prospera con éxito en terrenos con alta frecuencia e intensidad de heladas, situación en la cual no representaría una inversión alternativa. La comparación es correcta en sitios donde *E. globulus* y *E. nitens* se desarrollan bien, situación en que se concluye no debieran primar razones económicas para cambiar el uso de *E. globulus* a *E. nitens*, salvo que los precios futuros de los rollizos podados de *E. nitens* sean muy superiores a los precios empleados en este trabajo.

Las rentabilidades determinadas son consistentes con las referencias proporcionadas por Cubbage *et al.* (2005); INFOR (2004a) y Donnelly *et al.* (2003) para plantaciones de *Eucalyptus* sp en Sudamérica y Chile, y con los resultados de Candy y Gerrand (1997) para *E. nitens* en Australia. En las mejores condiciones de sitio y crecimiento, y aún con los precios conservadores utilizados para los rollizos podados, las rentabilidades estimadas para la opción de alto valor superan la rentabilidad anual promedio que han registrado los fondos de pensiones en Chile y de sus rentabilidades esperadas en el largo plazo. A modo de ejemplo, en el periodo 1981 - enero 2005, el promedio de rentabilidad real anual del fondo C fue de 10,25% (SAFP, 2005), frente al 16% anual que renta el manejo de alto valor con *E. nitens* en sitios de alta productividad.

En sitios de alta productividad y sin considerar el costo de uso del terreno, la opción pulpable con *E. nitens* exhibe una alta rentabilidad, sin embargo al considerar el costo del suelo o cuando se establece en terrenos de mediana productividad, es una opción que se encuentra en el límite de la eficiencia económica para este tipo de inversiones, básicamente porque el precio actual de mercado determina un bajo precio de la madera en pie, muy sensible a los costos de flete, dejando un margen que aun con el notable crecimiento de la especie, no es suficiente en algunos casos para cubrir los costos de formación y dejar un beneficio neto atractivo para el inversionista. Por ejemplo, en sitios de alta productividad, la opción pulpable de *E. nitens* genera 450 m<sup>3</sup>/ha a los 10 años, volumen 1,5 veces superior al registrado en plantaciones pulpables de *E. globulus* en sitios de alta productividad; no obstante, la diferencia en la rentabilidad, radica en que el precio en pie de *E. globulus* es 2,5 veces superior al *E. nitens* (19,3 v/s 7,7 US\$/m<sup>3</sup>). Por ello, la opción pulpable con *E. nitens* será conveniente sólo en terrenos productivos ubicados cerca de los centros de consumo, evitando de esta manera altos costos de transporte que reducen el precio en pie.

En este contexto, y para una misma condición de sitio, se estimó que el precio puesto planta de la madera pulpable de *E. nitens* que iguala la rentabilidad de la opción pulpable de *E. nitens* con *E. globulus*, es de 28,56 US\$/m<sup>3</sup>, lo que determina un precio en pie de 12,86 US\$/m<sup>3</sup>, frente a los 19,3 de *E. globulus*. Es decir, que el precio en pie de *E. globulus* puede ser 1,5 veces mayor y aun así se obtendría igual rentabilidad, ya que se mitiga por el mayor volumen de *E. nitens*, sin embargo hoy en día este diferencial es muy superior. Similar análisis permitió determinar que con un precio de la madera pulpable de *E. nitens* de 30,7 US\$/m<sup>3</sup> puesto planta (\$27.600 por MR ssc), el productor sería indiferente

financieramente entre manejar o no las plantaciones de *E. nitens*, esto considerando que el mayor precio también beneficia a la fracción de volumen pulpable de la opción de alto valor.

Finalmente es conveniente recalcar que los supuestos empleados para la opción de alto valor con *E. nitens*, representan un escenario conservador, motivo por el cual los resultados expuestos podrían estar subestimando la rentabilidad de esta alternativa.

## CONCLUSIONES

El manejo de alto valor de plantaciones de *E. nitens*, orientado a producir rollizos para aserrío, chapas y pulpa, es una opción productiva con alta rentabilidad, que frente a la opción pulpable permite un incremento en el VNP estimado en 1.220 a 790 US\$/ha, en sitios de productividad alta y media, respectivamente.

En sitios de alta productividad (IS 33), la opción de alto valor con *E. nitens* registra una TIR de 10,8 y 16,2%, con y sin considerar el costo del terreno; un VNP (8%) de 1.322 y 2.343 US\$/ha, con y sin incluir en el análisis el costo del suelo, respectivamente, lo que equivale a rentas anuales de 135 y 239 US\$/ha.

En sitios de productividad media (IS 26), la opción de alto valor con *E. nitens* registra una TIR de 9,0 y 12,8%, con y sin considerar el costo del terreno, un VNP (8%) de 355 y 1.101 US\$/ha, con y sin el costo del suelo, respectivamente, lo que equivale a una renta anual de de 36 y 112 US\$/ha, respectivamente.

Para concretar dichas rentabilidades, por el lado de la silvicultura se requiere realizar podas oportunas y bien ejecutadas y aplicar un régimen de raleos que permita concentrar el potencial de crecimiento del sitio en un número apropiado de árboles de cosecha final de alta calidad, con dos o tres rollizos podados. Por el lado del mercado, debe existir una demanda industrial de este tipo de madera, que esté dispuesta a pagar precios similares a los de *P. radiata* para los rollizos de aptitud aserrable y chapas.

Para una misma condición de productividad de sitio y desde el punto de vista de la economía del productor forestal independiente, la opción de alto valor con *E. nitens* no debiera representar una competencia por uso de suelo forestal con plantaciones de *E. globulus*, donde esta especie logre crecimientos medios por sobre los 20 m<sup>3</sup>/ha-año, salvo que las expectativas de precios de los rollizos podados y/o aserrables de *E. nitens* sean muy superiores a los precios empleados en este trabajo.

Bajo una misma condición de productividad de sitio y considerando los supuestos empleados en este trabajo, si el precio de mercado de la madera pulpable de *E. nitens* fuera de \$25.700 por MR (28,56 US\$/m<sup>3</sup>ssc), el productor forestal lograría la misma rentabilidad que con plantaciones pulpables de la especie *E. globulus* y sobre este precio sería más rentable *E. nitens*.

Bajo una misma condición de productividad de sitio y considerando los supuestos empleados en este trabajo, si el precio de mercado de la madera pulpable de *E. nitens* fuera de \$27.600 por MR (30,7 US\$/m<sup>3</sup>ssc), el productor forestal lograría la misma rentabilidad que invertir en plantaciones de alto valor con *E. nitens*. Sobre este precio debiera privilegiarse el manejo pulpable.

## REFERENCIAS

- Baso, C., 2004.** Potencialidad del *Eucalyptus globulus* como Madera Sólida. Universidad de Vigo, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Boletín de Información Técnica N 228. pp 66-72. <http://infomadera.net/images/19222.pdf>
- Bregar, M., 2005.** Agrícola y Forestal Natalhue Ltda., comunicación personal.
- Cabrera, J., 2003.** Mercado de *E. nitens*. Presentación Seminario Forestal "Situación Actual y Proyecciones de *Eucalyptus nitens* para el Sur de Chile. Valdivia, Agosto, 2003. <http://www.infor.cl/webinfor/pw-nitens/b-nitens/index.htm>
- Candy, S.; Gerrand, A., 1997.** Comparison of Financial Returns from Sawlog Regimes for *Eucalyptus nitens* Plantations in Tasmania. *Tasforests*, 9:(35-50).
- Corporación Nacional Forestal CONAF, 2004.** Tabla de Costos 2005, [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl)
- Cubbage, F.; Mac Donagh, P; Noemi, M.; Siry, J.; Sawinski, J.; Ferreira, A.; Hoefflich, V.; Ferreira, G.; Morales, V.; Rubilar, R.; Alvarez, J.; Donoso, P., 2005.** Comparative Timber Investment Returns for Selected Plantations and Native Forests in South America and the Southern United States. Abstract for 2005 SOFEW Conference, Baton Rouge, Louisiana, USA; April 18-20, 2005
- Donnelly, R.; Flynn, R.; Shield, E., 2003.** The Global Eucalyptus Wood Products Industry. A Progress Report on Achieving Higher Value Utilization. Brochure. <http://www.wri-ltd.com/PDFs/Euc%20brochure%202003.pdf>
- Dunn, F., 2003.** Prescripciones Técnicas Poda y Raleos Comerciales en *Eucalyptus nitens*. Subgerencia de Desarrollo - Forestal Mininco S.A. Trawú 2003 Mejorando el Negocio Forestal: "Plantando bien el Pino y el Eucalipto". [www.plantex.cl/plantex/presentaciones/fernandodunn.pdf](http://www.plantex.cl/plantex/presentaciones/fernandodunn.pdf)
- Flynn, R., 2005.** *Eucalyptus*: Having an Impact on the Global Solidwood Industry. Wood Resources International. <http://www.wri-ltd.com/PDFs/Eucalyptus.pdf>
- Gaunt, J.; Penellum, B.; Mckenzie, M., 2003.** *Eucalyptus nitens* Laminated Veneer Lumber (LVL) Structural Properties. *New Zealand Journal of Forestry Science* 33(1): 114-125 (2002).
- Géldres, E.; Schlatter, J., 2004.** Crecimiento de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* Sobre Suelos Rojo Arcillosos de la Provincia de Osorno, Décima Región. *Nota Técnica. Bosque* 25(1): 95-101, 2004.
- Gerrand, A.; Neilsen, W.; Medhurst, J., 1997.** Thinning and Pruning Eucalypt Plantations for Sawlog Production in Tasmania. *Tasforests*, 9:(15-34).
- Herranz, P., 2004.** Forestal y Agrícola Monteágula S.A., comunicación personal.

**Hubbard, W.; Abt, R.; Duryea, M.; Jacobson, M., 1998.** Estimating the Profitability of Your Non-Timber Forestland Enterprise. University of Florida. IFAS Extension. Circular 836.  
<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FR/FR01500.pdf>

**Instituto Forestal INFOR, 2000.** Modelo de Crecimiento para Eucalipto en Chile. Avances de Investigación. Informe Técnico N°148.

**Instituto Forestal, 2003a.** "Misión Tecnológica Australia de Productores de *Eucalyptus nitens* de la Región de Los Lagos". Documento de Trabajo Interno. 67 pp. <http://www.infor.cl/webinfor/pw-nitens/b-nitens/index.htm>

**Instituto Forestal, 2003b.** Boletín de Precios Forestales. Octubre 2003. 14 pp

**Instituto Forestal, 2004a.** *Eucalyptus nitens* en Chile: Economía y Mercado. Proyecto FDI CORFO Opciones Productivas: Industria y Mercado. Informe Técnico 166. 55 pp

**Instituto Forestal, 2004b.** *Gira Nacional 2004: Eucalyptus nitens una Opción de Alto Valor para Chile, 11, 12 y 13 de agosto de 2004.* Documento de Trabajo Interno. 41 pp.  
<http://www.infor.cl/webinfor/pw-nitens/b-nitens/index.htm>

**Instituto Forestal, 2005a.** Exportaciones Forestales Chilenas, 2004. Boletín Estadístico 99. 168 pp

**Instituto Forestal, 2005b.** Exportaciones Forestales Chilenas, Marzo 2005. Boletín Estadístico. 106 pp

**Klemperer, D., 1996.** Forest Resource Economics and Finance. McGraw-Hill. 551pp.

**Leiva, F., 2004.** CEFOR-UACH, comunicación personal.

**Ludwig, G., 2004.** Agrícola y Forestal San Alejandro Ltda., comunicación personal.

**Ludwig, G., 2005.** Agrícola y Forestal San Alejandro Ltda., comunicación personal.

**Mckenzie, H.; Turner, J.; Shelbourne, J., 2003.** Processing Young Plantation-Grown *Eucalyptus nitens* for Solid-Wood Products. 1: Individual-Tree Variation in Quality and Recovery of Appearance-Grade Lumber and Veneer. *New Zealand Journal of Forestry Science* 33(1): 62–78 (2003)

**Menzel, M., 2005.** Agrícola y Forestal El Trébol Ltda., comunicación personal.

**Mininco, 2003.** Norma de Productos Aserrables para Pino radiata.  
[http://www.mininco.cl/ficorporativa/NORMA\\_ASERRABLE\\_2003\\_09.doc](http://www.mininco.cl/ficorporativa/NORMA_ASERRABLE_2003_09.doc)

**Montagu, K.; Kearney, D.; Smith, G., 2003.** Pruning Eucalypts. The Biology and Silviculture of Clear Wood Production in Planted Eucalypts RIRDC Publication No 02/152. RIRDC Project No PN.99.2011. [www.rirdc.gov.au/reports/AFT/02-152.pdf](http://www.rirdc.gov.au/reports/AFT/02-152.pdf)

**Nolan, G.; Greaves, B.; Washusen, R.; Parsons, M.; Jennings, S., 2005.** Eucalypt Plantations for Solid Wood Products in Australia – A Review *‘If you don't prune it, we can't use it'*. Forest & Wood Products Research & Development Corporation  
[www.fwprdc.org.au/content/pdfs/PN04.3002.pdf](http://www.fwprdc.org.au/content/pdfs/PN04.3002.pdf)

**Prado, J. A. y Barros, S., 1989.** *Eucalyptus* Principios de Silvicultura y Manejo. INFOR-CORFO. 199 pp.

**Provoste, F., 2004.** Descripción Técnica y Económica de un Sistema de Cosecha Tradicional de *Eucalyptus* sp. con la Incorporación de Descortezado Mecánico en la X Región. Tesis, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal.

**Shield, E., 2002.** Utilisation of Plantation-Grown *Eucalyptus* : New Resources ... New Approaches International Symposium on Eucalyptus Plantations. Guangzhou – Zhaoqing, Guangdong, China. September 2002.

**Superintendencia de Administradora de Fondos de Pensiones SAFP, 2005.** Boletín Estadístico N 184. [http://www.safp.cl/inf\\_estadistica/index.html](http://www.safp.cl/inf_estadistica/index.html)

**Zapata, A., 2001.** Efectos de las Variables de Establecimiento Inicial en el Crecimiento y la Rentabilidad en Plantaciones de *E. globulus* y *E. nitens*. In: Actas Simposio Internacional IUFRO. Desarrollando el Eucalipto del Futuro.





---

# SILVICULTURA DE PLANTACIONES DE EUCALIPTOS PARA PRODUCTOS DE MADERA SOLIDA DE ALTO VALOR EN EL SUR DE AUSTRALIA

T.G. Baker <sup>1,2</sup>, P.W. Volker <sup>2,3</sup>

## RESUMEN

Australia es el hogar natural de los eucaliptos y hace relativamente poco tiempo el manejo de bosques nativos de eucaliptos para producción de madera sugiere que la necesidad de desarrollar plantaciones de eucaliptos es reducida. En tiempos recientes ha habido dos presiones fuertes que han incrementado las plantaciones con estas especies. La primera está dada por un fuerte incremento durante los últimos 20 años de áreas designadas como de conservación y excluidas de la actividad forestal comercial, como resultado de decisiones políticas ante la creciente presión de la sociedad. La segunda también responde a políticas gubernamentales, Visión 2020, cuyos objetivos buscan triplicar el área de plantaciones en Australia a unos 3 millones de hectáreas en el año 2020.

La mayoría de las plantaciones de eucaliptos han sido establecidas en la región templada ed Australia; Western Australia, South Australia, Victoria y Tasmania. *Eucalyptus globulus* es la principal especie en superficie y casi todas las plantaciones tienen por objeto la producción de pulpa en rotaciones cortas. En Victoria y Tasmania, como en Chile, *Eucalyptus nitens* ha sido empleado como sustituto de *E. globulus*, particularmente donde el frío es una limitante para esta última especie.

La creciente reserva de bosques naturales para conservación, que habían sido la fuente tradicional de madera para aserrío, ha conducido al interés por generar productos de madera sólida con las nuevas plantaciones, sin embargo hay resistencia por parte de la industria a utilizar madera de plantaciones con este fin porque dudan que la madera sea de calidad y que las trozas sean adecuadas para proceso. Se requiere aún mucha investigación para resolver estas dudas.

Los programas de investigación han evolucionado con el incremento de las plantaciones, inicialmente la investigación apuntaba a las técnicas de establecimiento de plantaciones, el mejoramiento de la productividad y de las propiedades de la madera para pulpa, principalmente a través de genética y nutrición. En la medida que el interés por la producción de madera sólida ha aumentado, la investigación se ha orientado hacia la silvicultura intensiva con podas y raleos, la durabilidad de la madera y el manejo de plagas y enfermedades.

Este trabajo describe algunos resultados de investigación en silvicultura y propiedades de la madera en el sur de Australia y las actuales actividades y prioridades de investigación.

---

# SILVICULTURE OF EUCALYPT PLANTATIONS IN SOUTHERN AUSTRALIA FOR HIGH-VALUE SOLID WOOD PRODUCTS

## SUMMARY

Australia is the natural home of *Eucalyptus*, and until relatively recently the management of native eucalypt forests for timber production meant that there was little need to develop a eucalypt plantation estate. In recent time there have been two strong influences which have driven increases in eucalypt plantation establishment. The first has been a large increase over the last 20 years in the area of forest designated as conservation reserves and excluded from commercial forestry activity. This increase has occurred largely as a result of State and Federal Governments decisions in response to increased community pressure. The second influence was the release of the Vision 2020 Policy Statement by the Federal Government in 1997, which aims to triple the area of plantations in Australia to about 3 Mha by 2020.

The majority of the eucalypt plantations have been established in the temperate region of Australia in Western Australia, South Australia, Victoria and Tasmania. *Eucalyptus globulus* is the primary species by area, and nearly all plantations are aimed at short rotation pulpwood production. In Tasmania and Victoria, as in Chile, *E. nitens* has been used as a substitute for *E. globulus*, particularly where cold temperatures are limiting for the latter species.

The increased reservation of natural forests, which have been the traditional source of sawn timber, has led to interest in producing solid wood products from these new eucalypt plantations. There is resistance to utilisation of eucalypt solid wood from plantations, particularly from the processing industry due to concerns about wood quality and processing suitability of the logs. There is still much research required to address these concerns.

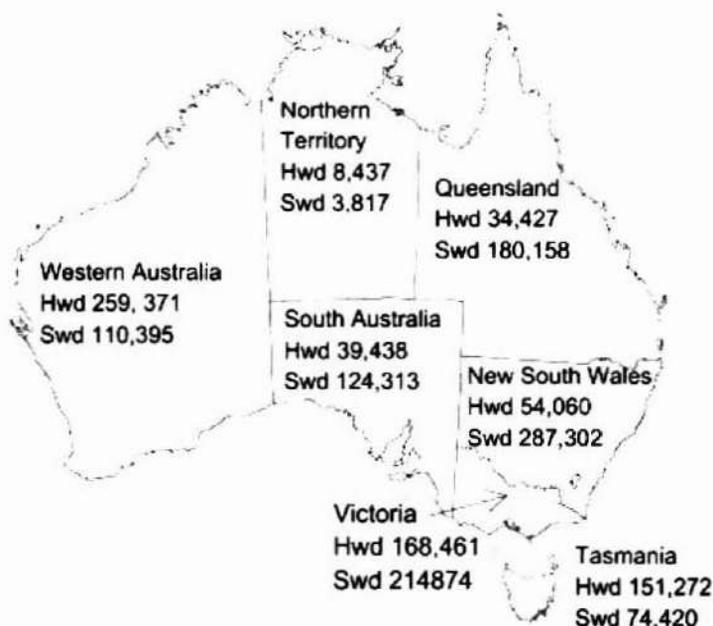
Research programs have evolved with the increase in the plantation estate. Initial research was aimed at establishment silviculture and improving productivity and wood properties of pulpwood plantations, primarily through genetics and nutrition. As the interest in solid wood production increased, research began examining pruning and thinning silviculture as well as wood decay and pest and disease management.

This paper describes some results from silvicultural and wood property research in eucalypt plantations in southern Australia, and current research priorities and activities.

## INTRODUCTION

Australia is the natural home of *Eucalyptus*. This genus comprises of over 400 species, many of which are highly valuable for their fibre and timber properties. The natural eucalypt forests, which provide the majority of forest produce, comprise approximately 68% of Australia's total forest cover of 164 Mha. The tall eucalypt forests, which provided the majority of high quality timber and fibre, comprise about 37 Mha (22%). These forests are generally harvested for solid wood products from older regrowth (60+ years) to old-growth (up to 450 years). *Eucalyptus regnans* is an example of one of the species that is utilised extensively for solid timber production. In old-growth natural forests it can reach heights of up to 100 m. Due to the magnificent state of these native eucalypt forests and increasing community pressure for conservation more than half of these highly productive native eucalypt forests have been excluded from commercial wood production. Federal and State Governments have designated them as conservation reserves in the past 20 years in response to these community concerns. This has resulted in reduction in the availability of high quality hardwood logs, particularly eucalypts, for processing industries. There is a long-established pine plantation resource in Australia, but it is apparent that there is a continued demand for high quality eucalypt timber in the Australian market. The challenge for research is to determine the similarities and differences of the new plantation derived timbers with their native forest counterparts.

Australia's plantation estate is presently comprised of 1.0 Mha softwoods and 0.7 Mha hardwoods (National Forest Inventory 2005; Figure N° 1), a total of about 1% of the total forest area. In 1997 the Australian Government released its Vision 2020 Policy, which aims to increase the area of plantations by three times by 2020, resulting in a plantation area of about 3 Mha. At about the same time, governments, large-industrial growers and vertically integrated pulp and paper companies began to sell their plantation assets. Recent plantation development has been driven by Managed Investment Schemes which pool together funds from small investors who wish to engage in the business of growing trees and receive the tax benefits available to other primary producers. This has resulted in a rapid expansion of plantation area (0.5 Mha) during the last 10 years. This expansion has been dominated by *E. globulus* planted for pulpwood in southern regions and subtropical species in northern New South Wales and Queensland.



Hwd = Hardwood, predominantly *Eucalyptus* spp. Swd = Softwood, predominantly *Pinus* spp.

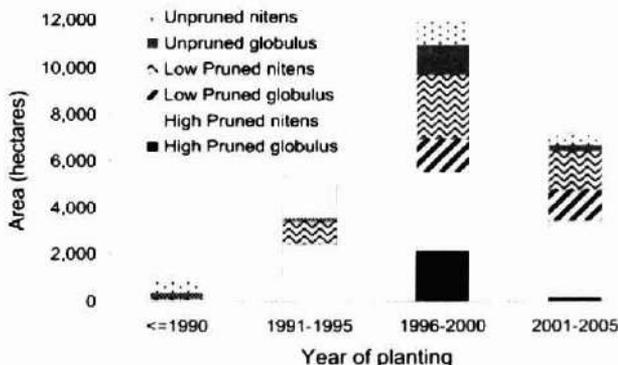
Figure N° 1.

#### PLANTATION AREAS (ha) IN EACH STATE OF AUSTRALIA

In south-eastern Australia, particularly in Victoria and Tasmania, *E. globulus* and *E. nitens* are the primary plantation species. As in Chile, *E. nitens* is used where cold temperature limits the use of *E. globulus*. The historically important and magnificent *E. regnans* is less favoured as a plantation species due to difficulties in managing natural pests and diseases and its preference for only the highest quality sites. In south-western Western Australia, and south-eastern South Australia, *E. globulus* is the most important species by area and most plantations are managed for pulpwood with no pruning or thinning treatment. In subtropical and tropical Australia, the main species planted include *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. dunnii*, and *Corymbia* spp and hybrids, with solid-wood regimes being investigated. There is increasing interest in tropical *Acacias* for fibre production and *Tectona grandis* for timber.

Farm forestry is a developing feature of the Australian rural landscape, especially where there is a tradition of sawmilling and other industrial forestry activities. The plantation area established by individual landholders (farmers) is much less than that established by state and industrial organisations, but involves a wider range of species (e.g. including *E. cladocalyx*, *C. maculata*), often in lower rainfall areas (< 600 mm year<sup>-1</sup>) and primarily managed for sawlog production. There is also a number of environmental service benefits associated with farm forestry plantations and these are promoted as a secondary benefit of plantation forestry in agricultural landscapes.

In Tasmania, the potential for higher-value sawlog and veneer log production from eucalypt plantations over rotations of 20 to 30 years was recognised by Forestry Tasmania the early 1980's. A program of intensive silvicultural management commenced in 1990 (Figure N° 2) and is continuing. In recent time, state enterprises and private industry began to adopt similar regimes in a range of eucalypt species throughout Australia. There is still uncertainty about the quality of logs and processed products that can be achieved from these plantations (Nolan *et al.*, 2005).



**Figure N° 2.**  
**AREA OF EUCALYPT PLANTATION AND SILVICULTURAL MANAGEMENT OWNED BY FORESTRY TASMANIA**

It is increasingly recognised that wood production from hardwood plantations for higher-value solid and engineered wood products requires a focus on genetic improvement and silvicultural management (e.g. INFOR, 2004a,b; Waugh, 2004; Nutto and Touza, 2004; Nolan *et al.* 2005). These practices affect the quantity and size classes of logs, incidence of defects (e.g. size of knotty core and spread of wood decay), wood properties (e.g. tension wood development) that affect processing performance, and serviceability and use of the final product. In Australia, initial research has focused on optimising density (spacing) for yield and control of branch size (Neilsen and Gerrand, 1999; Gerrand and Neilsen, 2000; Pinkard and Neilsen, 2003), pruning to achieve knot- and decay-free wood (Wardlaw and Neilsen, 1999; White *et al.*, 1999; Pinkard, 2002) and early thinning to allow more rapid diameter growth of the retained trees to a sawlog size (Gerrand *et al.*, 1997; Stackpole *et al.*, 1999, 2004).

Silvicultural research initiated in the early 1980s is now providing rotation-length results for solid wood regimes and particularly material for processing studies (peeling, sawing and drying) and utilisation in service.

## SILVICULTURE RESEARCH RESULTS

In Victoria and Tasmania, growth rates (total underbark volume) of unthinned *E. globulus* and *E. nitens* established at densities of 1000 – 1200 trees ha<sup>-1</sup> in 800 – 1200+ mm mean

annual rainfall areas, where nutrition is adequate, are typically in the mean annual increment (MAI) range 20 to 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> at age 10 years (Figure N° 3). Growth rates of *E. nitens* on the most productive sites approach 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and this species is now favored over *E. regnans* on such sites because operational success of establishment with *E. nitens* is more certain and because of pest and disease problems with *E. regnans*.

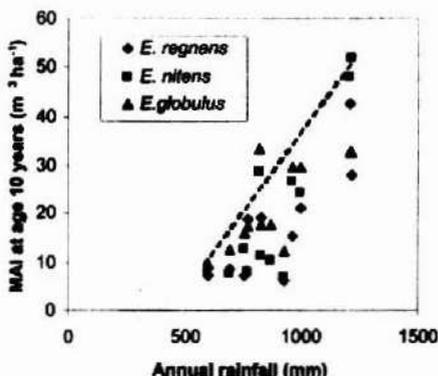


Figure N° 3.

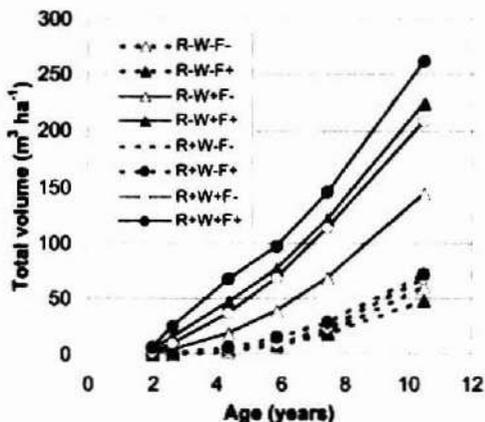
MEAN ANNUAL INCREMENT (MAI) AT AGE 10 YEARS OF UNTHINNED *Eucalyptus globulus*, *E. nitens* And *E. regnans* PLANTATIONS IN RELATION TO RAINFALL AT TWELVE SITES IN EASTERN VICTORIA. DATA FROM DUNCAN ET AL. (2000).

Growth of *E. globulus* on some sites with particularly favourable characteristics is greater than the nominal rainfall envelope limit indicated in Figure N° 3. For example, on very deep well structured soils in the Mediterranean climate of south-western Western Australia, and in south-eastern South Australia where trees can access additional water (e.g. groundwater) by judicious planting in the landscape. Growth can often fall short of the site's potential because of poor management, particularly poor control of competing vegetation and inadequate nutrition, and such losses cannot be recovered by later intervention.

Much Australian silvicultural research on eucalypt plantations during the 1990s aimed to optimize establishment practices for pulpwood production, including studies of soil cultivation (to reduce soil strength; increase aeration, water availability and drainage; and improve tilth), weeding (to reduce competition for water, nutrients and light) and fertiliser application (to avoid nutrient deficiencies and optimise nutrient availability). Genetic research also aimed to increase volume yields, pulp quality of the fibre, and pest and disease resistance.

The importance of establishment silviculture practices is illustrated for *E. globulus* on a former agricultural (grassland) site in north-eastern Victoria (annual rainfall approx. 1200 mm) in Figure N° 4. Here, first- and second-season weed control using herbicides was of prime importance, since otherwise early survival was unacceptably low (< 60%). With weeding, the responses to soil cultivation (ripping to 0.8 m depth) and N and P fertiliser applied at age

1 year were additive and continued through to the nominal pulpwood rotation age. The responses to these treatments were surprising since from soil morphological description the soil is apparently well structured, without an impeding layer, and there had been a history of fertiliser application for agriculture.



(Treatment: - absent and + Present)

Figure N° 4.

**GROWTH RESPONSES TO AGE 10 YEARS OF *Eucalyptus globulus* TO COMBINATIONS OF SOIL RIPPING (R), WEEDING (W) AND FERTILISER (F) TREATMENTS APPLIED DURING PLANTATION ESTABLISHMENT IN NORTH-EASTERN VICTORIA.**

The relative responses and therefore the practical importance of establishment silvicultural practices varies across sites (e.g. Duncan and Baker, 2004), and considerable research effort continues to be invested in relating growth to soil physical and nutrient properties, developing rapid methods of measurement of these, and application into models and decision support systems. Good establishment practices will also be the foundation for management of plantations over longer rotations for solid wood products. With such practices the trees will 'capture' the site rapidly (and recapture the site after thinning), resulting in greater uniformity and better form within the young stand therefore facilitating selection and spacing of trees for pruning. Adequate nutrition during establishment (prior to canopy closure) may reduce early branch senescence and provide for more rapid recovery after pruning.

Tending silviculture involves thinning, pruning and fertiliser application to manage the site's biological potential, or the stand's established growth, for a yield of log product (e.g. sawlogs, peeler-logs) that meets market / processor specifications. In doing this, protection from or management of interactions / risks with pests, diseases, drought, wind and fire, maintenance of long-term productive capacity of the site and minimization of off-site impacts is assumed.

The primary silvicultural decisions on initial planting density (stocking) and espacement affect early tree growth (height, form, branch size and senescence), and the selection ratios

that can be applied, and therefore planting density interacts with tending practices. Conventionally, thinning practices are concerned with tree diameter distributions, tree form and stem shape as they may be affected by timing, intensity and spacing / symmetry of thinning, and impacts on epicormics, upper stem branches and windthrow. Pruning practices are concerned with log defect / clearwood as affected by timing, intensity, height and diameter-over-stubs of pruning lifts. Management of nutrition, by application of fertilisers, is concerned with the growth / vigor of the trees, as affected by the quantity and timing of application of specific nutrients. The effects of thinning, pruning and nutrition management may interact. It is increasingly apparent that log and wood properties relevant to processing performance, such as core to outer-wood proportions, density and growth stresses (e.g. tension wood) can be impacted or ameliorated by silvicultural practices (e.g. Washusen *et al.*, 2005).

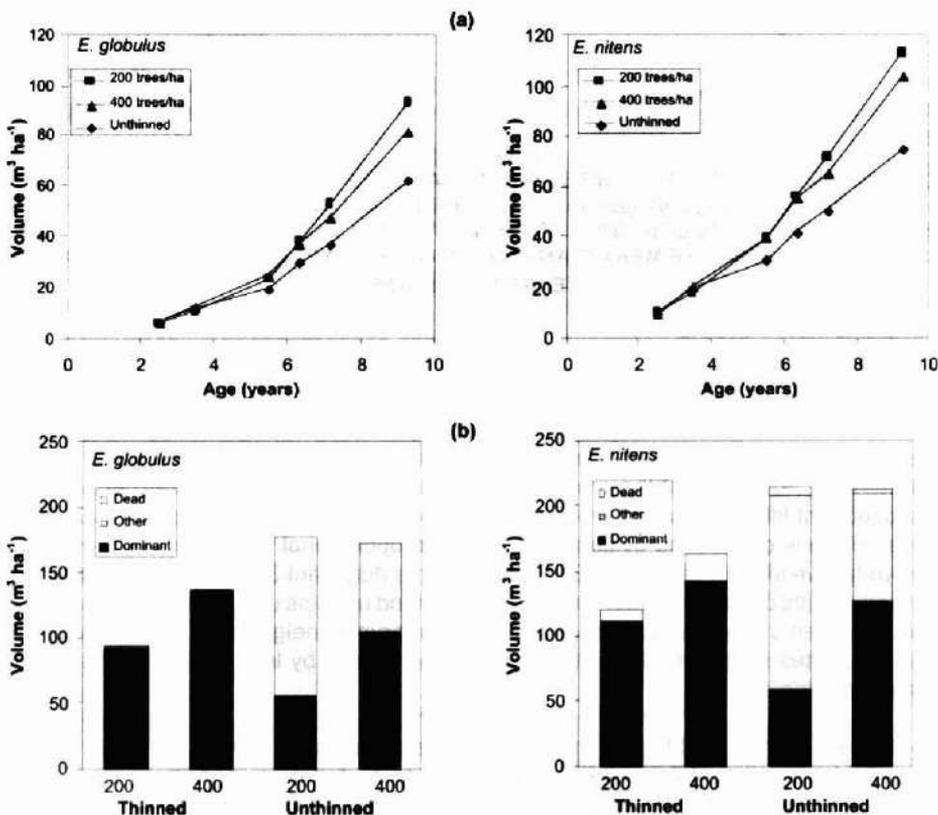
Conceptually, tending silviculture regimes for solid wood products from larger-scale eucalypt plantations in Australia have aimed to maximize the volume production of higher-value defect free clearwood on large diameter sawlogs and peeler-logs. However, financial imperatives to obtain intermediate revenue(s) from thinnings have required some compromise in practice. Active tending silvicultural regimes that are less intensive and therefore less costly, and that yield higher volumes per hectare targeted to engineered solid wood products, have not been explicitly investigated. Tending silviculture practices at the farm forestry or agroforestry scale particularly trade-away total volume production, aiming to produce very high value individual logs, particularly where pulpwood markets are absent or distant.

Competition commences relatively early in fast growing eucalypt plantations established at conventional densities (c. 1000 to 1200 trees ha<sup>-1</sup>). For example, growth responses of the dominant 200 trees ha<sup>-1</sup> of both *E. globulus* and *E. nitens* to non-commercial thinning at age 3 years were evident by age 5.5 years on a productive site in north-eastern Victoria (Figure N° 5a). Furthermore, the growth trajectories of the dominant trees from the thinned treatments (residual densities of 200 and 400 trees ha<sup>-1</sup>) indicate that inter-tree competition had recommenced from approx. age 6 years.

It is clear that non-commercial thinning reduces total volume production over a rotation. For example in a productive *E. globulus* plantation in south-western Western Australia, thinning to 125 trees ha<sup>-1</sup> at age 6 years resulted in approximately half the volume growth at age 15 years compared to the unthinned treatment (Figure N° 5). The density at which the growth of the selected (and pruned) dominant trees is not affected by competition appears to vary between sites. In the Western Australian example, the growth of the largest 125 trees ha<sup>-1</sup> in the thinned treatments (residual densities 125 to 500 trees ha<sup>-1</sup>) was the same, and only different from that in the unthinned treatment (Figure N° 5). Whereas, growth of the largest 200 trees ha<sup>-1</sup> in *E. globulus* and *E. nitens* in the north-eastern Victoria example differed between residual densities of 200 and 400 trees ha<sup>-1</sup> (Figure N° 5a). And more markedly so in *E. nitens* in Tasmania following non-commercial thinning where growth of the largest 200 trees ha<sup>-1</sup> was different between treatments with residual densities of 200 and 300 trees ha<sup>-1</sup> (Medhurst *et al.*, 2001). The Western Australian example, and other *E. globulus* experiments on two potentially highly productive irrigated sites in Victoria (Baker *et al.*, 2005; Forrester and Baker, 2005) suggest that where resources (water, nutrients) are relatively abundant a higher total density of trees can be retained without loss of growth on the select dominant trees.



The evidence suggests site productivity is a factor in selecting a silvicultural regime that optimises volume (or financial) trade-offs between non-commercial thinning and commercial thinning treatments. In *E. globulus* and *E. nitens* in north-eastern Victoria (Figure N° 5b), approximately one-half to one-third into a nominal 20-30 year sawlog rotation, the standing volume is such that a commercial thinning yielding approx. 70 to 150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, depending on final density, is feasible. The production trade-offs between increased volume and diameter growth on the dominant trees arising from non-commercial thinning, by forgoing a commercial thinning option are evident for both species.



(a) Dominant 200 trees ha<sup>-1</sup> to age 9.5 years and (b) Dominant 200 or 400 trees ha<sup>-1</sup>, Other trees and Dead trees at age 9.5 years.

Figure N° 5.

**VOLUME GROWTH OF *Eucalyptus globulus* And *E. nitens* IN UNTHINNED AND NON-COMMERCIALLY THINNED TREATMENTS (RESIDUAL DENSITIES OF 200 OR 400 TREES ha<sup>-1</sup> AT AGE 3 YEARS) IN NORTH-EASTERN VICTORIA**



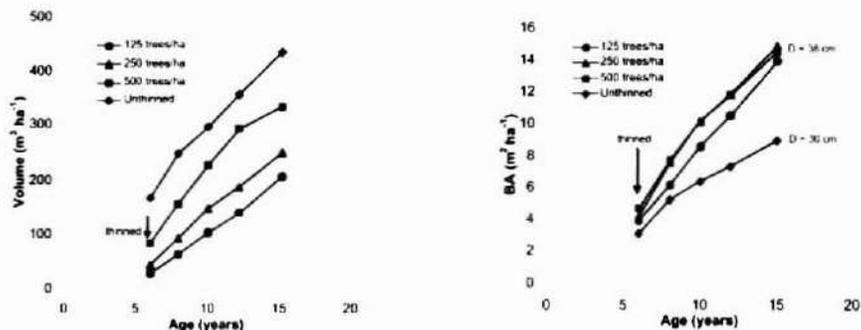


Figure N° 5.

**TOTAL VOLUME GROWTH (ALL TREES), AND BASAL AREA (BA) GROWTH OF THE LARGEST 125 TREES  $ha^{-1}$ , OF *Eucalyptus globulus* IN UNTHINNED AND NON-COMMERCIALY THINNED TREATMENTS (RESIDUAL DENSITIES OF 125, 250 AND 500 TREES  $ha^{-1}$ ) IN SOUTH-WESTERN AUSTRALIA. THE MEAN DIAMETER (D) OF THE LARGEST 125 TREES  $ha^{-1}$  AT AGE 15 YEARS IS INDICATED.**

Timely green-branch pruning (ahead of branch senescence) commencing at age 2 to 4 years is essential to achieve clearwood production in these plantations (Montague *et al.*, 2003), and regimes requiring 2 or 3 lifts to a total height of 6 – 7 m over 3 years can be applied to the dominant trees usually without significant disadvantage in either unthinned or thinned stands. From experiments in both *E. globulus* and *E. nitens* the initial pruning lift should leave at least 50% of the green crown length (Pinkard, 2002; Pinkard *et al.*, 2004), with subsequent lifts to a maximum diameter-over-stubs of 10 cm (Stackpole *et al.*, 2004). However, there is contrasting evidence emerging in operational plantations of *E. nitens* on highly productive sites in Tasmania. On these sites the dominant 350 trees  $ha^{-1}$  are pruned in three separate lifts of approximately 2 m each. If the stand remains unthinned, there is evidence that pruned stems may be suppressed by their unpruned neighbours. This is especially prevalent on sites subject to defoliation of the upper crown by leaf eating insects such as *Chrysopharta bimaculata*.

Current pruning and thinning regimes (Forestry Tasmania, 1998) have been derived from available experimental results supported by some modelling, principally for *E. nitens* (e.g. Candy *et al.*, 1997; Gerrand *et al.*, 1993). This has required extrapolation to rotation ages of about 30 years from available results to age 10-20 years as demonstrated in Figure N° 6.

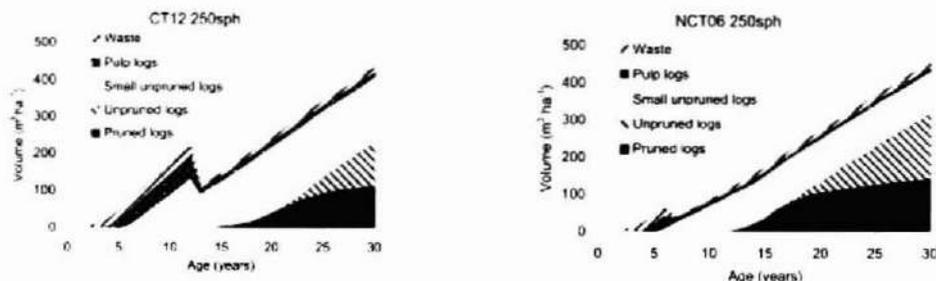


Figure N° 6.

LOG GRADE YIELDS FROM TWO REGIMES OF *Eucalyptus nitens* ON A MEDIUM QUALITY SITE IN TASMANIA. CT12 250sph IS A COMMERCIAL THINNING AT AGE 12 YEARS TO 250 STEMS PER HECTARE. NCT06 250sph IS A NON-COMMERCIAL THINNING AT AGE 6 YEARS TO 250 STEMS PER HECTARE. IN BOTH CASES THE RETAINED STEMS HAVE BEEN PRUNED IN THREE LIFTS TO A HEIGHT OF 6.4 m.

Commercial thinning yields can improve the overall financial performance of the regime. Non-commercial thinning has the effect of bringing forward the availability of larger dimension pruned logs, which are usually highly valuable. The results in Figure N° 6 demonstrate that there is little difference in the final-harvest volume of logs produced in both regimes, but the proportion of logs in higher value, larger dimension grades is increased and brought forward by early thinning. This is clearly demonstrated in Figure N° 7 where the MAI of total log value reaches a maximum much earlier than for commercial thinning regimes.

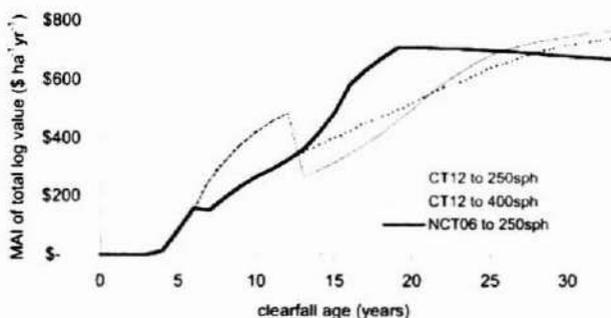


Figure N° 7.

MEAN ANNUAL INCREMENT (MAI) OF TOTAL LOG VALUE FOR THREE REGIMES OF *Eucalyptus nitens* AGE 12 YEARS TO 250 STEMS PER HECTARE. CT12 PLANTATION ON A MEDIUM QUALITY SITE. CT12 250sph IS A COMMERCIAL THINNING AT 400sph IS A COMMERCIAL THINNING AT AGE 12 YEARS TO 400 STEMS PER HECTARE. NCT06 250sph IS A NON-COMMERCIAL THINNING AT AGE 6 YEARS TO 250 STEMS PER HECTARE. IN ALL CASES THE RETAINED STEMS HAVE BEEN PRUNED IN THREE LIFTS TO A HEIGHT OF 6.4 m.

## RESEARCH OBJECTIVES

While there has been relatively enthusiastic uptake of intensive pruning and thinning regimes for agroforestry or farm forestry, albeit totalling very small areas, the mainstream plantation industry has not generally adopted high-value solid-wood regimes. The primary limitation is financial, particularly the expected return on investment compared to alternatives, exacerbated by uncertainties/risks in volume yields, log quality and future log prices (Nolan *et al.*, 2005). The current plantation investment structure in Australia favours short rotation (pulpwood) plantations.

Current research is now utilising the products of early pruning and thinning experiments established in young plantations in the early 1990s (see Gerrand *et al.*, 1997). This work is being coordinated across Australia with a number of contributing research and industrial partners through the Co-operative Research Centre for Forestry (CRC Forestry). Recently one of these *Eucalyptus nitens* pruning and thinning experiments in Tasmania has been harvested at age 22 years. In this experiment, trees were pruned to 6.4 m and thinning was carried out at age 6 years to residual densities of 400, 300, 200 and 100 trees ha<sup>-1</sup> as well as an unthinned control treatment. The tree dimensions have been measured annually since the experiment was established. Logs from the pruned section of the tree have been sawn in both back and quarter sawing patterns. Boards have been kiln dried and are now ready for assessment. Prior to and during the harvesting, the trees were measured intensively including diameter at various heights up the stem, crown dimensions (depth and width) and biomass sampling of various tree components were taken. Non-destructive evaluation techniques have also been used to assess growth strain and wood properties. The aim is to relate these non destructive techniques to the performance of the processed boards. Tree measurements will be used to develop improved growth models for pruned and thinned stands.

There are similar trials in Tasmania and Victoria in both *E. nitens* and *E. globulus* which can be utilised for further study of the relationship between silviculture, wood properties and product performance of solid wood from eucalypt plantations.

## CONCLUSION

In the first phase of eucalypt plantation development in Australia the primary production objective was to produce pulpwood. This was to capture the benefits of increased pulp yield and to supplement the production of eucalypt pulpwood from native forests. Federal and State Government decisions and policies have reduced the amount of native forest available for harvesting. This has led to an increased interest in eucalypt plantations to provide solid wood products that have traditionally been sourced from native eucalypt forests.

There is doubt that the plantation resource will deliver the same characteristics in log and wood properties and serviceability of the processed products as that derived from native forests. Research is now examining the best way to manage plantations to produce high quality solid wood for processing. Parallel processing studies are being undertaken using material sourced from these well-designed and managed silvicultural trials.

The lesson for foresters in this experience is that there is little understanding in the processing industry of the effects of silviculture on wood properties for processing. There is also a lack of understanding in the wider community that plantations may not deliver the same products and benefits as material sourced from native forests. These are challenges for foresters throughout the world.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Results presented in this paper are from studies sponsored by the (Victorian) Department of Primary Industries, Forestry Tasmania, and Western Australia Plantation Resources Pty Ltd. We particularly thank M. Duncan, D. Stackpole, J. Wiedemann, M. Wood and Y. Wang for their contributions to this work.

## REFERENCES

- Baker, T., Duncan, M., Stackpole, D., 2005.** Growth and Silvicultural Management of Irrigated Plantations. In: *New Forests: Wood Production and Environmental Services* (Eds. Nambiar, S., Ferguson, I.), CSIRO Publishing, Melbourne, pp. 105-126.
- Candy, S. G., Gerrand, A. M., 1997.** Comparison of Financial Returns from Sawlog Regimes for *Eucalyptus nitens* Plantations in Tasmania. *Tasforests* 9, 35-50.
- Duncan, M.J., Baker, T.G., 2004.** Early-age Cultivation, Weed Control and Fertiliser Responses in Eucalypt Plantations on Six Contrasting Sites in East Gippsland, Victoria. In "*Eucalyptus in a Changing World*" (Eds. N.M.G. Borralho, J.S. Pereira, C. Marques, J. Coutinho, M. Madeira, M. Tomé) Pg 241-248. Proc. IUFRO Conf., Aveiro, 11-15 Oct. (RAIZ, Instituto Investigaç,õ da Floresta e Papel, Portugal).
- Duncan, M. J., Baker, T. G., Appleton, R., Stokes, R. C., 2000.** Growth of Eucalypt Plantation Species Across Twelve Sites in Gippsland, Victoria. Report No 99/056, Centre for Forest Tree Technology, Department of Natural Resources and Environment. Melbourne.
- Forestry Tasmania, 1998.** Prescriptions for Pruning and Thinning Eucalypts in Plantations for Clearwood Production. Division of Forest Research and Development, Forestry Tasmania, Hobart.
- Forrester, D. I., Baker, T. G., 2005.** Growth Response to Thinning in a Productive *Eucalyptus globulus* Plantation in Victoria, Australia. ITTO International Conference on Plantation Eucalyptus: Challenge in Product Development. Organised by CRIWI, CERC, November 28 - December 1, Zhanjiang, Guangdong, China.
- Gerrand, A.M., Neilsen, W.A., 2000.** Comparing Square and Rectangular Spacings in *Eucalyptus nitens* Using a Scotch Plaid Design. *Forest Ecology and Management* 129, 1-6.
- Gerrand, A.M., Neilsen, W.A., Medhurst, J.L., 1997.** Thinning and Pruning Eucalypt Plantations for Sawlog Production in Tasmania. *Tasforests* 9, 15-34.
- Gerrand, A. M., Prydon, R., Fenn, G., 1993.** A Financial Evaluation of Eucalypt Plantations in Tasmania. *Tasforests* 5, 77-97.



**INFOR, 2004a.** *Eucalyptus nitens* en Chile: Procesos Industriales de la Madera. Informe Técnico N° 164.

**INFOR, 2004b.** *Eucalyptus nitens* en Chile: Primera Monografía. Informe Técnico N° 165.

**Medhurst, J. L., Beadle, C. L., Neilsen, W. A., 2001.** Early-age and Later-age Thinning Affects Growth, Dominance and Intraspecific Competition in *Eucalyptus nitens* Plantations. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 187-197.

**Neilsen, W.A. and Gerrand, A.M., 1999.** Growth and Branching Habit of *Eucalyptus nitens* at Different Spacings and the Effect on Final Crop Selection. *Forest Ecology and Management* 123, 217-229.

**Nutto, L., Touza Vázquez, M.C., 2004.** Producción de Madera de Sierra de alta Calidad con *Eucalyptus globulus*. Revista CIS – Madera Numero 12, 6- 18.

**Montague, K. D., Kearney, D. E., Smith, R. G. B., 2003.** The Biology and Silviculture of Pruning Planted Eucalypts for Clear Wood Production - A Review. *Forest Ecology and Management* 179, 1-13.

**National Forest Inventory, 2005.** National Plantation Inventory 2005 Update. Bureau of Rural Sciences. Canberra.

**Nolan, G., Greaves, B., Washusen, R., Parsons, M., Jennings, S., 2005.** Eucalypt Plantations for Solid Wood Products in Australia - A Review. Project No. PN04.3002. Forest and Wood Products Research and Development Corporation, Melbourne. (available from [www.fwprdc.org.au](http://www.fwprdc.org.au))

**Pinkard, E.A., 2002.** Effects of Pattern and Severity of Pruning on Growth and Branch Development of Pre-canopy Closure *Eucalyptus nitens*. *Forest Ecology and Management* 157, 217-230.

**Pinkard, E. A., Mohammed, C., Beadle, C. L., Hall, M. F., Worledge, D., Mollon, A., 2004.** Growth Responses, Physiology and Decay Associated with Pruning Plantation-grown *Eucalyptus globulus* Labill. and *E. nitens* (Deane and Maiden) Maiden. *Forest Ecology and Management* 200, 263-277.

**Pinkard, E.A. and Neilsen, W.A., 2003.** Crown and Stand Characteristics of *Eucalyptus nitens* in Response to Initial Spacing: Implications for Thinning. *Forest Ecology and Management* 172, 215-227.

**Stackpole, D.J., Baker, T.G., Duncan, M.J., 1999.** Early Growth Trends Following Non-commercial Thinning and Pruning of Three Plantation Eucalypts in Northern Victoria. pp. 170-175 in *Practising Forestry Today*, 18th Biennial Conference of the Institute of Foresters of Australia, Hobart, Tasmania.

**Stackpole, D.J., Baker, T.G., Duncan, M.J., Smith, I.W., 2004.** Value-Adding Silvicultural Regimes for High Quality Timber Production from Intensively Managed Hardwood and Softwood Plantations. Project Report PN97.602, Forest and Wood Products Research and Development Corporation. (available from [www.fwprdc.org.au](http://www.fwprdc.org.au))

**Wardlaw, T.J., Neilsen, W.A., 1999.** Decay and Other Defects Associated with Pruned Branches of *Eucalyptus nitens*. *Tasforests* 11, 49-57.

**Washusen, R., Baker, T., Menz, D., Morrow, A., 2005.** Effect of Thinning and Fertilizer on the Cellulose Crystallite Width of *Eucalyptus globulus*. *Wood Science and Technology* 39: 569-578.

**Waugh, G., 2004.** Growing *Eucalyptus globulus* for High-quality Sawn Products. In *Eucalyptus in a Changing World* (Eds. N.M.G. Borralho, J.S. Pereira, C. Marques, J. Coutinho, M. Madeira, M. Tomé)

Pg 79-84. Proc. IUFRO Conf., Aveiro, 11-15 Oct. (RAIZ, Instituto Investigação da Floresta e papel, Portugal).

**White, D.A., Raymond, C.A, Kile, G.A., Hall, M.F., 1999.** Are there Genetic Differences in Susceptibility of *Eucalyptus nitens* and *E. regnans* Stems to Defect and Decay? *Australian Forestry* 62, 368-374.





---

# REQUERIMIENTOS DE INNOVACION ESTRATEGICA COMPETITIVA PARA EL SECTOR FORESTAL (1)

Ignacio Cerda V. (2), Carlos Olavarria A. (3),  
Armando Sanhueza S. (4) y Omar Villanueva O. (5)

## RESUMEN

Es posible afirmar que el sector forestal debe enfrentar enormes desafíos frente a la hipercompetitividad mundial y a la plena incorporación de Chile al comercio internacional (Tratados de Libre Comercio), por lo tanto, es necesario ampliar la visión sectorial de futuro dada su extrema complejidad, específicamente, por su carácter transgeneracional, sus impactos ambientales y la importancia del valor económico que "lo forestal" y la industria de la madera pueden alcanzar. En ese sentido, el Estado juega un papel de primera importancia; dar consistencia y valor estratégico a su accionar es un imperativo que se debe perseguir con el objeto de apoyar e impulsar la actividad sectorial: En efecto, corresponde al país desarrollar una "estrategia competitiva sostenible" dado el importante potencial que exhibe hoy el recurso, en la perspectiva ampliar sus beneficios a los actores sociales involucrados en su gestión, con pleno respeto al medio ambiente.

Este documento es un resumen de la investigación desarrollada por el Instituto Forestal y la Corporación Nacional Forestal "Requerimientos de Innovación Estratégica Competitiva para el Sector Forestal". La importancia de los resultados obtenidos por el proyecto está determinada por: i) Una cobertura muy amplia del sector y cuya proyección de crecimiento, en términos económicos, a fines de esta década puede superar los 10 mil millones de dólares, ii) La identificación de un conjunto de brechas o problemas que se desprenden de una visión sectorial amplia y que representan oportunidades para el diseño y dictación de políticas públicas cuyo fin sea reducirlos o eliminarlos; iii) Los plazos que se ha podido detectar para enfrentar las brechas o problemas, dadas las características de largo plazo que tienen los procesos de crecimiento productivo forestal.

**Palabras clave:** Estrategia competitiva, Innovación, Brechas

---

(1). Investigación desarrollada por el Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF).  
(2). MBA, Magister en Dirección de Empresas, Postgrado en Economía, Ingeniero Forestal. Instituto Forestal.  
(3). Master of Science MIT, Ingeniero Comercial. Olibar Consultores  
(4). Ingeniero Forestal. CONAF  
(5). Ingeniero Comercial, Contador Auditor. Consultor Senior Olibar Consultores.  
Asistentes técnicos Cristián Pérez y Gonzalo Sánchez, Ingenieros Forestales. CONAF

## SUMMARY

It is possible to say that the forestry sector must confront huge challenges such as the extreme global competitive environment and the incorporation of Chile to the world trade through free trade agreements, and therefore it is necessary to widen the sector's future vision given its extreme complexity, specifically due to its cross-generational character, its environmental impacts and the importance in economic value that forestry and wood processing may achieve. In this sense, the state plays a first order role: to give consistency and strategic value to its actions is an imperative which must be sought to support and boost the activity of the sector. Indeed, it corresponds to the country to develop a "sustainable competitive strategy" given the significant potential of the forestry resource, within a perspective of widening its benefits to include all the stakeholders and with a deep respect for the environment.

This document is a summary of the research project developed by Instituto Forestal and Corporación Nacional Forestal entitled "Requirements of Competitive Strategic Innovation for the Forestry Sector". The importance of the results achieved is determined by i) A wide coverage of the sector, whose growth projection in economic terms is estimated at over 10 billion dollars by the end of this decade, ii) the identification of a series of gaps or issues that come off a wide sector vision and that represent opportunities for the design and implementation of public policies whose end be its reduction or elimination, and iii) the timelines that have been detected to confront the gaps or issues, given the long term characteristics of the production forestry growth processes.

**Key words:** Competitive Strategic, Innovation, Gaps

## INTRODUCCION

Con el fin de obtener un marco de referencia, de mediano y largo plazo, para establecer estrategias nacionales destinadas a conservar, manejar y valorizar los bosques chilenos, nativos y plantaciones, así como por la importante inversión en plantaciones ejecutada por el sector privado y el Estado, la Corporación Nacional Forestal y el Instituto Forestal desarrollaron esta investigación, cuyo principal propósito es poner en manos de las instituciones de gobierno y del sector privado un conjunto de instrumentos y medidas destinadas a impulsar competitivamente la actividad forestal nacional para incrementar su contribución al desarrollo económico, social y ambiental del país.

Por los vastos alcances del sector forestal, cuya proyección de crecimiento esperado, en términos económicos (FAO, 2003) del valor de la producción, a fines de esta década puede superar los 10 mil millones de dólares (con tasas sostenidas de crecimiento por sobre el 7% anual), que sobrepasa los tradicionales límites de profesiones específicas. Todo ello para establecer de manera fundamentada las brechas o problemas que se desprenden de una visión sectorial amplia, a la vez que estudiar la forma de remover este conjunto de obstáculos, lo que representa oportunidades para el diseño y la dictación de políticas públicas. Se entiende por problemas o brechas a los factores limitantes que impiden el desarrollo; estas condicionantes fueron identificadas y descritas por los actores que se consultó o surgieron como producto de las metodologías aplicadas.

Es por ello que para la resolución de tales problemas, la identificación de los plazos (corto, mediano y largo) es importante en la priorización de los temas principales que pueden tener mayor impacto, dada las características de largo plazo que tienen los procesos de crecimiento productivo sectorial.

Todos estos aspectos fueron obtenidos mediante una combinación de instrumentos utilizados en la investigación. La base de información principal surgió de más de 100 expertos nacionales y extranjeros conocedores de la actividad nacional forestal. Este trabajo resume los casi dos años labor cuyo informe técnico se encuentra en la Corporación Nacional Forestal y el Instituto Forestal.

## OBJETIVOS

### Objetivos Generales

El objetivo principal es poner en manos de las instituciones de gobierno y del sector privado un conjunto de medidas que motiven un conjunto de estrategias y políticas. Para ello se empleará un marco de referencia holístico, de mediano y largo plazo, capaz de proporcionar las bases para establecer las estrategias nacionales destinadas a conservar, manejar y valorizar los bosques nativos y la importante inversión en plantaciones industriales existentes en el país.



## Objetivos Especificos

Descubrir los factores limitantes que no permiten realizar el potencial forestal en un concepto de sustentabilidad.

Apoyar con instrumentos base para la generación de estrategias competitivas y políticas a los agentes decisionales de cada una de las actividades forestales.

## MATERIAL Y METODO

Para obtener la información que permitiera el logro del objetivo del estudio se diseñó un flujo del proceso de la investigación que permitiera incorporar secuencialmente tres métodos; Planteamiento de un Diagnóstico; Método Delfos; y Aplicación de un Sistema Experto, que se explica más adelante, de manera de cubrir en las dimensiones más amplias al sector forestal chileno. En la figura siguiente se muestra el flujo del proceso de la investigación y las herramientas utilizadas.

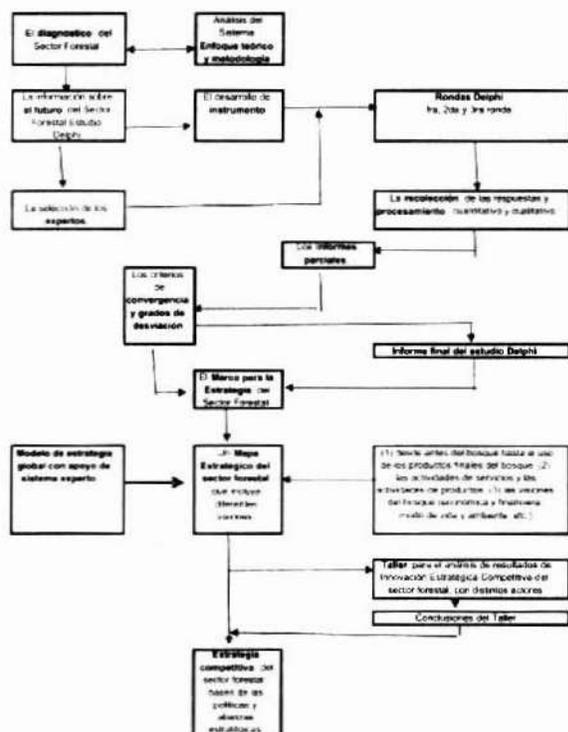


Figura N°1

## FLUJO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACION: REQUERIMIENTOS DE INNOVACION ESTRATEGICA COMPETITIVA PARA EL SECTOR FORESTAL

A partir de la aplicación de cada metodología, se detectó las brechas o problemas sectoriales más relevantes, las que se usó para fundamentar el planteamiento de orientaciones que sirvan de base a la toma de decisiones gubernamentales en el proceso de generación de políticas públicas para el sector. Se reconoce que una vez que se disponga de estas políticas (Hardner, J. y Rice, R. 1998) será necesario delinear la estrategia para alcanzar los objetivos deseados, y éstos no son otros que la eliminación o reducción de las brechas detectadas.

De esta manera la Autoridad puede contar con una identificación precisa de los principales problemas que afectan al sector y algunas ideas para establecer las respectivas estrategias como sustento a su proceso decisional. Además, los plazos en que estas estrategias se establezcan juegan un papel relevante en la ayuda para la toma de decisiones, pues facilita la asignación de prioridades para la aplicación de la política.

Las brechas que corresponden a cada uno de los subsectores de Grandes, Medianas y Pequeñas Empresas, para que alcancen carácter de líderes en el ámbito global son de largo plazo, van de 20 a 60 años. Las brechas que dicen relación con las observaciones entregadas por más de un centenar de expertos que contestaron el Delfos son de mediano plazo, de 5 a 30 años. Finalmente, las brechas que surgen del Diagnóstico son de preferencia de más corto plazo, van de 5 a 10 años. Ver anexo I Descripción de la tipología de empresas.

El producto final de la investigación se construyó sobre la base de la información obtenida con la aplicación, en etapas sucesivas, de los tres métodos elegidos, que se son indicados en forma resumida a continuación:

### **Diagnóstico**

Es una base descriptiva de la actual situación del sector y una proyección de sus principales cifras de inventarios y de flujos, provee una información adecuada sobre la trayectoria del sector en las últimas décadas, sus puntos más relevantes y las tendencias más destacadas, lo que permite tener una muy buena apreciación del pasado, del presente y del futuro cercano (no más de 20 años), de sus principales componentes, sus fortalezas y debilidades, y obtener brechas de plazos relativamente cortos. El Diagnóstico estuvo basado en la información disponible y la experiencia de las dos instituciones gubernamentales ejecutoras, CONAF e INFOR.

### **Método Delfos**

Es un método que recurre a los conocimientos y a la experiencia de personas vinculadas directa o indirectamente al sector forestal, quienes entregan sus visiones sobre lo que estiman que puede ocurrir en el futuro en el sector. El ámbito de cobertura del estudio con este método fue amplio, ya que se realizó consultas a más de 300 expertos de las empresas productivas y de servicios, de otros sectores industriales en la actividad sectorial, a autoridades de gobierno, a parlamentarios y a académicos de dilatada experiencia. Dichas consultas dieron origen a una base de datos de más de 7.000 eventos, que podrían ocurrir entre el presente y alrededor de los años 2010 y 2015, lo que correspondería a un plazo



mediano, por lo menos en cuanto a la renovación de plantaciones y de crecimiento de diferentes especies.

### Sistema Experto

El sistema muestra claramente la necesidad de enfrentar los temas de largo plazo, sobre 20 años. Se incorpora en el análisis a un sector forestal con las mejores prácticas mundiales o *benchmark*, que configura una visión de una meta deseada desde el punto de vista competitivo, y se muestra que alcanzarla sólo es posible en un horizonte de largo plazo. El Sistema es alimentado con información disponible sobre diferentes subconjuntos del sector forestal, como son las grandes, medianas y pequeñas empresas forestales, con el objeto de determinar la estrategia que está implícita en cada tipo de empresas y se compara con la estrategia competitiva que debiera tener un Subsector Forestal Ideal o Benchmark. Se completa con información de las grandes y más importantes empresas forestales que compiten en el mundo.

La combinación de los 3 métodos se justifica en función de la necesidad de proyectar el futuro esperado de largo plazo del sector forestal.



Figura N° 2  
MATRIZ METODOLOGIA / TIEMPOS DESARROLLO

### Las Bases de las Políticas Públicas y sus Estrategias

Una política pública se define como el conjunto de consideraciones (objetivos, caminos diferentes, métodos de acción, etc.) destinadas a determinar opciones de conducta para guiar decisiones presentes y futuras acerca de acciones más o menos específicas (estrategias, planes, programas, proyectos, o asignación de recursos).

Las experiencias con políticas públicas exitosas muestran que su aplicación permite generar áreas de innovación donde existían brechas importantes, permitiendo a la Autoridad escoger los mecanismos más adecuados y al sector privado desarrollar negocios en los distintos segmentos de la cadena de creación valor de un sector económico. Se parte de la base que las políticas públicas son desarrolladas por organismos del Estado preocupados del logro de determinados propósitos o finalidades.

Para cumplir con el objetivo se propuso bases de políticas públicas para aquellas materias que pudieran estar sujetas a la decisión del sector público forestal y se enunció algunas estrategias que se podrían utilizar para su puesta en marcha.

Cada uno de los problemas o brechas identificados con cada uno de los 3 métodos debía dar nacimiento a la necesidad de formular una política pública, que debía cumplir algunas condiciones, como por ejemplo, determinar las causas que lo han originado o que lo originarían en el futuro. A su vez, los problemas o brechas debían ser de interés y tener consecuencias para diferentes componentes de la población, distintos de aquellos que las formulan, y se debía determinar las consecuencias favorables que se prevé con la aplicación de la misma.

Se podía pensar entonces en diferentes políticas públicas que se basaran en brechas encontradas en el desarrollo propiamente forestal; bosque nativo o plantaciones, manufacturas sobre la base de maderas, usos alternativos de las tierras forestales, comercialización de productos y de servicios del sector; vistos desde sus aspectos sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, u otros interesantes de destacar y las relaciones del bosque nacional con los bosques del mundo en sus diferentes vertientes de colaboración e impacto.

Por otra parte, la estrategia para aplicar la política pública corresponde al diseño de los procesos de su puesta en marcha, por lo tanto, es la elección de un camino que contiene un conjunto de actividades para alcanzar los objetivos implícitos o explícitos de la política. Para ello, se hace necesario determinar, por ejemplo, los principales actores o grupos de la población que tienen relación con la política, que son beneficiados o que pueden ser afectados, o considerar los instrumentos y las unidades administrativas, de estudio y de control que deben existir para la puesta en marcha y su seguimiento.

## RESULTADOS

Del análisis de la información (ver anexo II Síntesis del sector forestal) recopilada se desprende que el sector forestal chileno ha contribuido en forma importante al desarrollo del país en el campo económico, social y ambiental, y se espera un importante incremento de las ventas y, por ende, un aumento de la contribución sectorial a la economía del país, todo ello impulsado por la disponibilidad del recurso y por la entrada en vigencia de varios acuerdos de libre comercio, lo que ha provocado mayores volúmenes de negocio y expectativas de parte de todos los agentes sectoriales.

No obstante, el sector presenta un conjunto de factores que entorpecen su marcha futura. Todos ellos relacionados, principalmente, con la plena incorporación de amplios sectores de la población a quienes no llegan los beneficios del proyecto forestal o maderero, tales como los servicios ambientales, el trabajo y la creación de riqueza. El potencial sectorial es grande y, tal como se ha afirmado antes, podría multiplicarse varias veces en el mediano plazo.

Es notable también advertir que los grandes temas se encuentran hace ya bastante tiempo en la discusión sectorial de varios agentes en forma separada. Por ello, la presentación ordenada y fundamentada tiene el valor de conformar una verdadera guía de desempeño para el Gobierno, que, mediante la administración de políticas públicas, puede impulsar decisivamente el desarrollo sectorial.



Los factores limitantes (Hax, A., Majluf, N. 1993) agrupados más adelante, traspasan los diferentes estadios involucrados en la producción de bienes y servicios sectoriales, a la vez que ponen en consideración los factores sociales, económicos y ambientales que son de su competencia.

Evidentemente no se ha agotado el tema, por el contrario, la tarea más ardua es proponer las medidas concretas, los instrumentos y mecanismos que deben utilizarse para alcanzar los objetivos propuestos. Sin embargo, al definir las brechas y las bases estratégicas para su solución, se proporciona un camino que corresponde ejecutar a la administración para conseguir incorporar mayor cantidad de información a la toma de decisiones.

En varios casos las instituciones públicas ya han dado cuenta de estas falencias reestructurando sus programas de acción, los que han procurado posicionarse mejor en las problemáticas surgidas desde los análisis de sus actores relacionados, tal es el caso del uso de las metodologías de intervención participativa llevadas cabo por CONAF para el fomento de plantaciones, los planes estratégicos regionales o el levantamiento de un programa de cooperación eficaz para el desarrollo de la industria del muebles de autoría de CONAF, INFOR y ASIMAD. En éstos se señala con precisión cuáles son las acciones que se debe emprender para, en el mediano plazo, mejorar el accionar de estas áreas del sector.

Sin embargo, también debe señalarse que una gran cantidad de factores limitantes al desarrollo se mantienen intactos y dificultan el crecimiento y la ampliación sectorial. Ello da cuenta de la necesidad que el Estado participe con mayor claridad y orden, con el objeto de que la acción abarque la gran mayoría de los factores y en los tiempos requeridos. Los factores limitantes que dificultan el desarrollo, según tipología de empresa, se desprenden del Análisis del Sistema Experto, futuro de largo plazo. Se concluye que los factores claves de la estrategia de Grandes, Medianas y Pequeñas empresas y Benchmark (o situación ideal a nivel mundial) tiene la evaluación representada en la figura N° 3.



Figura N° 3  
FACTORES CLAVE PARA LA COMPETITIVIDAD

**Cuadro N° 1**  
**FACTORES CLAVE DE LA ESTRATEGIA COMPETITIVA POR TIPOLOGIA DE EMPRESA**

Factores claves evaluados	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	IDEAL
Ambiente	58	65	64	93
Clientes	64	51	40	90
Productos	51	46	24	83
Empresa	62	52	31	91
Competencia	42	40	24	79
Investigación y desarrollo	56	48	5	99
Producción	70	58	41	92
Marketing	55	58	27	80
Servicio al cliente	65	32	11	94
Costo de entrada	65	59	30	87
Utilidad Futura	55	49	45	80
<b>Valorización ponderada por el sistema experto</b>	<b>56</b>	<b>51</b>	<b>32</b>	<b>87</b>

Cada una de las líneas del Cuadro N° 1 y sus respectivos casilleros, representa los valores que tienen los 11 factores clave componentes de la cadena de valor para cada tipología de empresa. La valorización refleja una determinada estrategia competitiva actual que se sigue o que esta implícita en la realización de sus actividades regulares. La valorización ponderada es el valor promedio que identifica la estrategia global por tipo de empresa.

Mientras más cercano a 100 es el valor de un factor clave, más exitosa debiera ser esa parte de la estrategia. Los valores inferiores a 50 significan que ese factor clave o que la estrategia competitiva completa tiene fuertes debilidades para sobrevivir en el mediano o largo plazo.

En el cuadro se puede observar las diferencias de cada factor por tipología de empresa con el valor del *benchmark* o ideal. Las diferencias representan las fortalezas o las debilidades de cada tipo de empresa para competir con éxito en el mercado local e internacional.

A su vez, las diferencias encontradas entre la valorización ponderada de cada tipología estudiada y el *benchmark* presentan una posibilidad de mejora para tener éxito en su futuro desarrollo. Ninguna de las variables de los segmentos por tipologías de empresa alcanzó, según el Sistema Experto, valores cercanos a los de su *benchmark*. En esto es que puede haber un importante rol a las políticas públicas y sus respectivas estrategias de puesta en marcha, que sean adoptadas por parte de la Autoridad.

Es evidente que si los 3 tipos de empresas no introducen cambios estratégicos que reduzcan sus brechas de debilidades, en el futuro se enfrentan al riesgo de permanecer en el mercado como unas competidoras poco relevantes en el concierto mundial o incluso desaparecer. Lo anterior ya ha ocurrido con cientos de empresas de otros sectores de la economía post global, con grandes costos económicos, políticos y sociales.

El análisis estratégico competitivo realizado por el sistema indica, entonces, que aún se puede introducir acciones significativas en varios eslabones de la cadena de valor, que conduzcan, en una primera etapa, a estrategias de nichos o de alta diferenciación. La consecuencia de estos cambios, propuestos a través del Sistema Experto, les puede permitir a estas empresas ser líderes en nichos de mercados diferenciados. En la medida que uno o más nichos de mercados sean bien satisfechos a través de sus estrategias concertadas, estarán mejor preparados para avanzar en la capacidad competitiva.

A modo de resumen, se puede señalar que la conclusión del Sistema Experto, para los negocios tradicionales del sector, se refiere a las estrategias que están en aplicación en cada uno de los 3 segmentos de empresas y su comparación con la estrategia de las empresas líderes del mercado mundial o benchmark.

## RECOMENDACIONES RESPECTO A BRECHA Y BASES DE LA INNOVACION

### Recurso

#### - Bosque Nativo

**Brecha estratégica:** La capacidad productora de bienes y servicios del bosque nativo está muy por debajo de su potencial de uso sostenible, debido a la debilidad del marco legal bajo el cual se desenvuelve la actividad y la insuficiente investigación que identifique usos alternativos y su demanda. Esto dificulta el desarrollo de proyectos "madereros", afectando el abastecimiento regular de materias primas de especies nativas indispensables para la manufactura de productos de mayor valor agregado, y "no madereros" y con ello la inversión en turismo, salud, ecoturismo o en otros usos paisajistas o de sustentabilidad.

Con esto se ven dañados propietarios de millones de hectáreas de bosques, la industria de procesamiento, los proveedores y consumidores de servicios, madera y otros.

**Base de la política pública:** Impulsar promulgación de ley del bosque nativo para que exista una regulación y fomento para el abastecimiento de materia prima a empresas manufactureras de productos con valor agregado y otros usos económicos y ambientales.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Creación de una alianza estratégica entre instituciones interesadas en diferentes usos sustentables del bosque nativo. i) Una instancia política del Estado ii) Instituciones gubernamentales de fomento y de desarrollo técnico del sector forestal, iii) Asociaciones de propietarios y de manufactureros de productos que emplean el bosque nativo, iv) Agrupaciones de expertos y profesionales dedicados a materias ambientales y v) Representantes de agrupaciones políticas interesadas en el uso sustentable del bosque nativo.

## - Plantaciones

**Brecha estratégica:** Chile dispone de materia prima sostenible en plantaciones, lo que permite incrementar sustancialmente la producción maderera, no maderera y de servicios ambientales. Sin embargo, la actual tasa de forestación resulta insuficiente para utilizar la superficie con aptitud forestal improductiva. Esto se explica, porque en el mediano plazo, la demanda situada por debajo de la capacidad de oferta de estas formaciones hace caer la expectativa del negocio silvícola (plantaciones de pino y de eucaliptos) debido a su baja en rentabilidad, incluida la plantación y su manejo.

Se afecta el futuro desarrollo de plantaciones, mantiene tierras de vocación forestal sin uso, disminuye el valor de la tierra, aumenta las posibilidades de erosión y, por lo tanto, impacta sobre grandes núcleos de la población nacional, sobre los productores independientes en general y especialmente a los más pequeños, afectando el desarrollo rural y el empleo. Esto encuentra su contraparte en el retraso tecnológico de los pequeños propietarios silvícola. También tendrá efectos negativos sobre su valor intrínseco y el desarrollo de esta actividad y el bosque en el largo plazo.

**Base de la política pública:** Priorizar la asignación de recursos y mancomunar la acción pública y privada para concentrarse en áreas estratégicas de desarrollo, en plantaciones y manejo de bosque considerando el establecimiento de una silvicultura superior, la producción de valor agregado en el bosque y la producción de servicios. Se requiere que el fomento a las plantaciones asuma nuevas modalidades como la diversificación, la introducción del mejoramiento genético y la práctica de una silvicultura especializada, el incremento del valor agregado en el bosque, la certificación y la participación de la pyme, dado que hay condiciones para incrementar la superficie forestal y mejorar los actuales bosques de los productores independientes.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Creación de una "alianza estratégica" entre instituciones que se puedan beneficiar con el fomento de las plantaciones y el desarrollo rural. i) INDAP por ejemplo, ii) Institutos de investigación iii) Instituciones ligadas al desarrollo comunal como municipalidades iv) Una institución del Estado interesada en investigación y desarrollo, v) Instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, que provean fuentes de financiamiento para investigación y desarrollo, como Gobiernos Regionales v) Asociaciones o grupos de empresarios locales, regionales o nacionales que tienen necesidad de estos resultados.

## Desarrollo Científico y Tecnológico

**Brecha estratégica.** El desarrollo científico y tecnológico requiere de nuevas definiciones para contribuir al mejoramiento competitivo del sector. La escasez y dispersión de recursos para la investigación y el desarrollo y la insuficiente disponibilidad de profesionales



de alto nivel para incrementar la investigación sistemática sobre los principales temas, dan como resultado investigación sobre parcialidades de los eslabones de la cadena de valor.

La falta de coordinación de la investigación y desarrollo de productos, en el campo de nuevos bienes finales y servicios, el bosque nativo, las plantaciones y la genética para mejorar el rendimiento de las plantaciones y la calidad de la madera, lleva a perder sinergias en el rendimiento económico, social y ambiental del sector forestal.

Afecta a los grupos de investigadores, universidades y centros de desarrollo, así como a proveedores y propietarios de recursos forestales

**Base de la política pública:** Priorizar la asignación de recursos y mancomunar la acción pública y privada para concentrarse en áreas estratégicas, según recomendaciones específicas en este estudio.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Creación de una "alianza estratégica" entre instituciones que se puedan beneficiar con el fomento de la investigación y el desarrollo. i) Una institución del Estado interesada en investigación y desarrollo, ii) Instituciones gubernamentales de fomento y de desarrollo técnico del sector forestal, iii) Instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, que provean fuentes de financiamiento para investigación y desarrollo, iv) Instituciones públicas y privadas de investigación y desarrollo y v) Asociaciones o grupos de empresarios privados que tienen necesidad de estos resultados.

## Formación de Recursos Humanos

**Brecha estratégica:** La educación forestal, es un tema de discusión recurrente en los diagnósticos del sector, requiere de urgentes definiciones, tanto en su nivel de formación técnica como profesional avanzada, con acento en la necesidad de hacer cambios estructurales en la formación curricular y ampliar el conocimiento hacia otras disciplinas para poder entender mejor las nuevas realidades sociales, técnicas y ambientales.

En los distintos frentes de acción de la empresa, y en todos sus niveles, hay carencia de personal calificado para enfrentar la función de investigación, desarrollo y adaptación de tecnologías y que, además, conozcan y comprendan las nuevas realidades que enfrenta el sector. Estos profesionales son necesarios para incorporar y manejar nuevas tecnologías disponibles para toda la cadena de valor de la producción forestal.

Lo anterior limita a las instituciones de educación técnica y superior en su oferta de conocimientos, a los industriales en la disponibilidad de mano de obra calificada, a los actores que hoy participan de la actividad forestal y, también a los posibles entrantes, especialmente lo en referido a la evaluación de proyectos en el sector.

**Base de la política pública:** La evolución esperada en la producción de bosques, manufacturas de madera, generación de nuevos productos y sus mercados debe ser comunicada a los diferentes actores del sector, instituciones de educación técnica superior y

universidades para realizar las adaptaciones tendientes a proveer personal calificado para los diferentes eslabones del sector forestal. Un objetivo de la política pública puede ser fomentar el desarrollo de técnicos y profesionales para las futuras necesidades del sector, de manera de satisfacer las demandas de mano de obra especializada y crear empleos de calidad.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Mantener una comunicación fluida entre los diferentes actores del sector forestal y las instituciones de educación, sobre los avances y desafíos que enfrenta el sector. Una institución debería asumir la responsabilidad de canalizar los flujos de información y crear puntos de encuentro entre los centros de formación de profesionales forestales y el aparato productivo.

## Servicios Ambientales

**Brecha estratégica:** Los negocios emergentes de los servicios ambientales no cuentan con estrategias y políticas públicas unificadas, no hay inversión en la magnitud requerida, ni herramientas de fomento que los impulsen. Las acciones actuales son fragmentadas y en función de los grupos emprendedores, ya sean públicos o privados; tampoco hay disposición a pagar por parte de otras actividades económicas que usufructúan de los servicios del bosque, por ejemplo, aguas abajo del bosque que regula el ciclo de producción del agua y que asegura su calidad.

Al nivel estratégico más alto se está siguiendo una estrategia de diferenciación con foco.

La comunidad científica ve con interés este tipo de negocio y forma parte del gran debate mundial de la conservación de los recursos forestales.

Los negocios ambientales tienen buenas perspectivas para contribuir al desarrollo regional de los propietarios del recurso bosque.

Se carece de instrumentos para el apoyo a los negocios derivados de los servicios ambientales de los bosques.

Hacia el final del período se lograría desarrollar el mercado de los servicios ambientales (carbono, regulación hídrica, etc.)

En la evaluación que actualmente hace el Sistema Experto de esta gama de negocios le asigna 52 puntos ponderados, por tanto existe una brecha de 18 puntos para llegar al mínimo recomendado para una estrategia competitiva.

**Base de la política pública:** Se requiere la formación de equipos multidisciplinarios, preparar personal de alto nivel para capturar el mecanismo de desarrollo limpio que se aplica en el mundo, diversificar nuevos servicios de clase mundial, estudiar la demanda global por servicios ambientales y desarrollo de su marketing, asociado a los grandes circuitos internacionales.



Estos negocios son de alto potencial y para consolidarlos se requiere de recursos financieros importantes y de prestigio nacional y local. Por los múltiples servicios que aportan los bosques, la gama de nuevos negocios debe ser ampliamente promovida. Para ello es necesario que los esfuerzos de promoción de ventas sean muy agresivos y que estén dirigidos a nichos de altos ingresos.

En el caso de este sector emergente se hace imprescindible la definición de políticas públicas y una estrategia explícita para el segmento y subsegmentos que lo componen, el trabajo de análisis con el Sistema Experto demostró ser muy eficaz para esta etapa de desarrollo y permite seguir profundizándolo a partir de la base de datos preliminares que se utilizó para el análisis. También es posible simular estrategias alternativas para facilitar la decisión de la Autoridad. Necesidad de relevar el rol del Estado para facilitar y promover el desarrollo sostenible de los bosques y la industria forestal en el país, especialmente en los segmentos de pequeños y medianos propietarios de tierras forestales y de industrias.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Contar con una institución que tenga el rol de fuerza impulsora, creando las alianzas público - privadas que necesariamente son enfoques multidisciplinarios; como por ejemplo: científicos, médicos, especialistas en turismo, entre otros. Para iniciar un proceso creativo se podría conformar un equipo político - técnico al interior de los organismos del Estado.

## **Políticas y Fomento. Modernización de Instituciones Públicas del Sector Forestal**

**Brecha estratégica:** Hay un retraso en la estructura y visiones de la organización gubernamental del sector, lo que conlleva a una oferta dispersa de instrumentos de fomento y normativa sobre el manejo del bosque y otros usos del bosque y la madera. Todo ello dificulta alianzas orgánicas estratégicas de los organismos públicos CONAF e INFOR, con otros como el MOP, la Dirección Nacional de Turismo, CORFO, Asociación de Municipalidades. Igual caso se da con las organizaciones empresariales que agrupan a actores relevantes del sector productivo y servicios, los institutos tecnológicos, universidades, centros de investigación, etc. Los instrumentos de apoyo para consolidar grandes alianzas en toda la cadena de valor no son los adecuados o no existen, esto induce una dispersión de esfuerzos en el uso de recursos fiscales y privados. No obstante, existe gran espacio para establecer y ampliar estas alianzas institucionales que permiten incorporar nuevos actores y recursos a la actividad. Lo mismo ocurre con otras organizaciones que se encuentran alejadas del círculo habitual de la actividad forestal, como centros de negocio, centros de adiestramiento y capacitación, organismos dedicados a la normalización y estandarización de productos y procesos para desarrollo del valor agregado de bienes y servicios del bosque y la madera.

Con esto se perjudica la requerida organización y la articulación entre las diferentes áreas, el fomento de la actividad productiva (de bienes y servicios) en toda la cadena de formación del valor, silvicultura, industria, comercio, afectando las posibilidades de generación de empleo, la entrada de nuevos actores al sector, a la mayoría de los actores, a los profesionales y, particularmente, a los estudiantes de carreras vinculadas a la actividad forestal, que en la estructura actual deberán enfrentar un futuro incierto y en precarias condiciones de competitividad.

Se requiere una modernización de las estructuras, la asistencia técnica a las PYMES, con diferentes instrumentos, nueva normativa sobre manejo del bosque, y de otros usos de la madera (construcción, muebles, etc.), que impulsará la actividad forestal en toda la cadena de creación de valor. Se requiere también nuevas formas de aproximarse a la realidad socio económica del país para direccionar de manera más eficiente los recursos disponibles, a la vez que aprovechar las ventajas técnicas y políticas de la asociatividad interinstitucional, cumplir los estándares y compromisos internacionales y la normativa para las ASP.

**Base de la política pública:** Superar las restricciones de sus fronteras e intereses y extenderla a los diferentes eslabones de creación de valor, en un contexto de economía competitiva y global. Controlar la producción de beneficios para diferentes actores, empresas de diferente tamaño, y todos los usos actuales y futuros del bosque nativo y las plantaciones. Obtener una visión "país"; de acuerdo a las exigencias de los mercados internacionales y a las regulaciones forestales de tipo mundial; para ello el sector público forestal debe tener mayor relevancia en la estructura del Estado y atribuciones y recursos para cumplir con el fomento forestal en un sentido estratégico. Un rasgo importante, es desarrollar la capacidad de participar de manera protagónica y oportuna en la enorme gama de nuevas actividades que se desarrollan y se desarrollarán en las próximas décadas y que tendrán efectos sobre la población nacional.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Esta brecha es claramente atingente a tres entes del Estado: i) Ministerio de Agricultura, ii) La Corporación Nacional Forestal y iii) El Instituto Forestal. Las tres instituciones podrían ser las iniciadoras de una acción planificada que permita establecer las bases para la revisión crítica de las funciones actuales y futuras posibles para que el Estado asuma un rol articulador y modernizador del sector, con capacidad para impulsar altas tasas de crecimiento, cuyo éxito en corto y mediano plazos, con productos con poco valor agregado, está asegurado.

## Desarrollo Social

**Brecha estratégica:** El sector forestal ocupa unas 120.000 personas, las mismas que ocupaba hace más de una década. Existe una notoria brecha entre las potencialidades generadoras de empleo en relación a la calidad y cantidad de empleo actual.

**Base de la política pública:** El sector tiene un alto potencial generador de empleo, el que aumentará muy lentamente si no se acelera el desarrollo de los segmentos con mayor capacidad de aportar a la ocupación y a los nuevos negocios del bosque. Para ello, como apoyo, se requiere incrementar la formación de operarios, técnicos y profesionales para las actividades silvícola e industrial y aumentar la cultura demandante del bosque y sus productos en el país. Incentivar el desarrollo de la pequeña y mediana empresa e impulsar el establecimiento de nuevas plantaciones empleando tecnologías complejas como la bioingeniería, el ordenamiento territorial con apoyo digital y una silvicultura acorde con los intereses de sus propietarios y orientada al producto final.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Esta brecha está claramente relacionada con los organismos forestales, CONAF e INFOR. El Ministerio de



Agricultura, principalmente INDAP, y el Ministerio de Economía, para activar la actividad, particularmente en el segmento de pequeños y medianos propietarios forestales y empresarios de la madera, mediante programas de fomento intensivos en ocupación de personal especializado, en todos los niveles de especialización.

## Industria y Comercio

### - Productos y Uso Intensivo de Madera en Infraestructura

**Brecha estratégica:** En Chile, la producción concentrada en productos industriales, el bajo consumo per cápita de madera en Chile, y el uso poco intensivo de productos de madera en diferentes tipos de obras públicas y edificación, reducen las posibilidades de desarrollo de la industria, la investigación y el comercio ligados al uso de estos elementos, afectando al desarrollo de productos con mayor valor agregado y a las empresas que están o podrían estar en condiciones de proveer ellos, lo que permitiría hacer crecer la demanda de madera, valorizando el bosque y aportando a la creación de empleos.

No obstante, se percibe interés sectorial y extrasectorial por la ampliación del uso de la madera en infraestructura, en obras públicas, en vivienda, en fabricación de muebles, en la generación de energía, y en el desarrollo de nuevos productos con más valor agregado, debido a la mejora en la calidad de la madera, en las vías de transporte, y al aumento de la madera de pino y eucalipto disponibles, con lo cual se debería fomentar el aumento de las exportaciones y promover la certificación en todo el ciclo forestal.

#### **Base de la política pública:**

Producir encuentros entre las necesidades insatisfechas en materia de productos y servicios para obras públicas nuevas o en reparación y la oferta de los productos. Incentivar el consumo de madera de construcción, muebles, otros objetos artesanales de gran valor agregado y de los bosques como fuentes de recreación, turismo, protección de fuentes de agua, protección de caminos rurales y urbanos y otras aplicaciones novedosas e innovativas de la madera y el bosque.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** El sector público es un gran consumidor de productos de madera. Para superar la actual brecha, crear un organismo multisectorial impulsor y coordinador formado por: i) Una institución del Estado dedicada al desarrollo del sector forestal. ii) Organismos de técnicos y de fomento. iii) Empresas concesionarias de obras públicas y de la Cámara Chilena de la Construcción. Este organismo debería crear un Plan Maestro de cooperación eficaz para la industria de productos y partes para obras y edificación públicas. Luego incentivar la producción y comercialización de este nuevo subsector forestal.

## - Potenciar la Oferta de Productos Finales

**Brecha estratégica:** La industria forestal tiene proyectado un crecimiento focalizado principalmente en la producción de bienes industriales, pulpa y tableros; con su consecuente falencia de completitud de post venta. Las grandes empresas son competitivas principalmente en la producción de bienes industriales, no obstante tienen déficit en algunos factores críticos; especialmente en el área de investigación y desarrollo de bienes y servicios para el consumo final. Para ser líderes en la producción de múltiples productos y servicios en el ámbito internacional, se requiere acercarse a los clientes finales y desarrollar capacidades para atender las cambiantes necesidades de productos y servicios de los clientes. Esta materia es un típico proceso de desarrollo industrial que en los casos conocidos ha demorado varias décadas.

La industria secundaria de la madera como las del mueble y la ingeniería, ligadas principalmente a la mediana y pequeña empresa, presentan avance lento o involuciones. Se carece de desarrollos para agregar valor al material madera. No hay personal de alto nivel en esta materia. Falta de estandarización de procesos, productos y servicios. Todo ello pese a que el bosque es capaz de soportar en forma sostenible nuevas inversiones en industrias forestales. Adicionalmente, existen extensas áreas de suelos que teniendo aptitud y vocación forestal se mantienen improductivos; su incorporación al ciclo forestal permitiría aumentar la base patrimonial de bosques en forma importante, para asegurar el crecimiento desde el año 2025 en adelante.

Lo anterior tiene efectos negativos para la fuerza de trabajo, en el desarrollo de los procesos de industrialización y en la obtención de un mayor valor para los productos del bosque y sus derivados. Se ha ampliado la brecha entre la inversión extranjera realizada y la requerida, que en el pasado aportaron en la instalación de plantas industriales y desarrollos de mercado.

**Base de la política pública:** Se requiere desarrollar nuevos productos, apertura de mercados, inversiones en nuevas tecnologías, blandas y duras, y nuevas plantas industriales; también se necesita una política de estado sobre este segmento por el impacto que podría tener en la economía un desmoronamiento futuro de las compañías que producen bienes finales de madera, al no poder alcanzar una posición competitiva global de éxito. La política pública no debe dejar fuera aspectos como: política de fomento a la gran empresa nacional para su competitividad global, políticas transversales, clima favorable para negocios globales, nuevas reglas del juego, incentivos y fomento, formación de recursos humanos y profesionalización, ciencia y tecnología, rivalidad industrial y mejoramiento continuo, reciclaje para el perfeccionamiento industrial como resultado de los estudios de desechos (A. Kung, 1994. Aprendiendo del tarro de la basura), evitar asimetrías de información, empleo, etc. Se requiere el desarrollo de incentivos y de participación de la PYME para integrar nuevas tecnologías productivas y ganar espacio en las áreas de la construcción de vivienda en madera y otras actividades industriales. Además se



requiere la formación de personal especializado en procesos, gestión, desarrollo de productos, diseño y otras técnicas especializadas.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Desarrollo de nuevos productos con mayor valor agregado. Para ello se requiere realizar acciones conjuntas con otros entes nacionales que faciliten procesos de cambios profundos al interior de las empresas y, también, en la institucionalidad pública. Para llegar a ser Gran Empresa de valor agregado con nivel mundial, con empleos de calidad, mejor calidad de vida, con diseño diferenciado, etc. se requiere el trabajo de muchos años, para lo cual bajo un prisma estratégico, es necesario empezar en el presente, con una gran cooperación entre el sector público, el sector privado y los profesionales del sector.

## Energía

**Brecha estratégica:** La crisis energética producto del desabastecimiento de gas proveniente de Argentina obliga a mirar a fuentes energéticas alternativas. Chile posee un interesante potencial energético en base al material leñoso que no se ha ocupado, estando al alcance la tecnología para "realizar" esta producción.

**Base de la política pública:** La ausencia de una política energética específica, la falta de incentivos y el desconocimiento perjudican a la capacidad de producción energética en el país, a los dueños de bosque que contarían con una opción productiva y al empleo. Además, los bosques energéticos podrían ser una buena opción de uso para los suelos forestales improductivos por su avanzado estado de deterioro, lo mismo que el uso de los desechos de la industria de procesamiento de la madera y otras agroindustrias en la producción de energía e incluso de insumos para el ahorro de ésta en otros procesos productivos, como por ejemplo, el tratamiento y purificación de aguas.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Desarrollo de incentivos apropiados a esta industria. En esto se encuentran involucradas varias entidades que deben ser las que faciliten y promuevan el desarrollo del aprovechamiento del material leñoso, principalmente del bosque nativo y la industria forestal y agroindustrial en el corto plazo y, hacia el largo plazo, el incentivo de plantaciones energéticas capaces de proveer combustible a precios competitivos. Organizaciones propias del desarrollo del conocimiento y el fomento de la actividad forestal como CONAF e INFOR; instituciones encargadas de coordinar la generación eléctrica como la Comisión Nacional de Energía empresas privadas productoras de energía eléctrica; asociaciones de propietarios forestales de bosque nativo o de terrenos forestales erosionados. Con estos actores, y otros, se podría establecer la base mínima de incentivos para convocar al sector privado empresarial y de propietarios individuales que, sobre la base de los incentivos estatales a las plantaciones, al manejo del bosque nativo, al precio nudo y la evaluación de los recursos existentes en el país sobre la base de la información existente en el catastro nacional de vegetación nativa.

## Desarrollo Empresarial

### - Grandes Empresas, Estrategia con Relación al Benchmark

**Brecha estratégica:** Para ser competidores de carácter mundial en el corto y mediano plazo. Sin embargo, para que lleguen a ser líderes en el mercado global, tendrán que aplicar grandes recursos en los diferentes eslabones de la creación de valor, en particular la investigación y desarrollo de productos, la comercialización a los diversos mercados internacionales y la incorporación de servicios vinculados al sector. El Sistema experto identifica los once factores clave y las variables relevantes dentro de cada uno de ellos; qué hay que mejorar para que estas empresa centradas en la producción y comercialización de bienes industriales pasen a la producción y comercialización de múltiples productos y servicios en el ámbito internacional.

Las grandes compañías forestales han demostrado ser competitivas en el ámbito mundial y también se han internacionalizado desarrollando plantaciones e inversiones industriales en varios países de América.

Por la brecha detectada con el Sistema experto, existe déficit en una amplia gama de factores críticos. Especialmente en el área de bienes y servicios finales a los mercados de los clientes individuales.

Para que las grandes empresas nacionales lleguen a ser líderes en el mercado global, en el largo plazo, tendrán que aplicar sus esfuerzos en casi todos los eslabones de la cadena de creación de valor, en particular, la investigación y desarrollo de productos, la comercialización a los diversos mercados internacionales y la incorporación de servicios vinculados al sector. Esto significa pasar de empresas centradas en la producción y comercialización de bienes industriales a la producción y comercialización de múltiples productos y servicios dentro del sector y en el ámbito internacional.

El desarrollo más acelerado de las grandes empresas debiera tener el mayor impacto en la generación de empleos, también en el incremento de los volúmenes de exportación y en la inversión sectorial.

Afecta a dos empresas principales, y a sus entornos, que tienen una fuerza de trabajo especializada, remuneraciones más altas del sector, con alta productividad.

No existe una estrategia competitiva formal conducente a construir la arquitectura ganadora de las pequeñas y medianas empresas de bienes y servicios forestales.

**Base de la política pública:** Las grandes empresas forestales han mostrado su capacidad para desenvolverse en forma independiente y competitiva a través de varias décadas; sin embargo, al compararlas con las empresas



multinacionales del sector aparecen como pequeñas y centradas en la producción y comercialización de commodities. Sin duda, que un desarrollo hacia nuevos productos que implique mayor valor agregado es difícil en el corto plazo. Para ello es necesario disponer de nuevos productos, apertura de mercados, de inversiones en nuevas tecnologías y nuevas plantas, que demorarían varias décadas en lograrse. Por lo tanto, el aumento más o menos acelerado del valor agregado por parte de estas dos empresas será un deseo más bien lejano, a menos que se realice acciones conjuntas con otros entes nacionales que faciliten profundos cambios en esa dirección.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** La colaboración con las dos empresas líderes en sus procesos de introducción de nuevos productos y su comercialización, puede ser muy beneficiosa. Un salto para mejorar la posición competitiva como sector, con productos de mayor valor agregado, se podría acelerar si se dispusiera de nuevas alternativas de desarrollo y colaboración en instrumentos de fomento para a la creación de centros tecnológicos, misiones empresariales, entre otros. Estas empresas poseen avances muy importantes en tecnologías blandas y duras, y debieran ser capaces de liderar un cambio más o menos profundo y de largo plazo del sector. Además, poseen un gran poder comprador que podría agilizar la economía silvícola de medianos y pequeños propietarios de bosques con contratos de largo plazo y otras formas de colaboración en las que el Estado sea garante y beneficie su accionar. El país es la base de operaciones de estas empresas; a su vez, el país se ve beneficiado con sus actividades en muchos aspectos de sus respectivas cadenas d valor. Todo ello abre un amplio campo de cooperación.

#### **- Medianas Empresas, Estrategia con el Benchmark**

**Brecha estratégica:** Este el grupo está conformado por decenas de empresas cuyo parque industrial requiere de una actualización tecnológica urgente que facilite su tránsito a la producción de productos finales. Fabrica una amplia gama de productos de variado valor agregado, que atienden a determinados nichos de mercado nacional e internacional, entre los que se destaca: vivienda, partes y piezas para la construcción, turismo y ecoturismo. Presentan una oferta fragmentaria con la consecuente pérdida de poder de negociación frente a las cadenas comerciales. Como no tienen tamaño para profundizar su desarrollo competitivo por carecer de capacidad financiera y comercial, para crecer y llegar a ser líderes en el ámbito global, que es donde compiten, se ven limitadas en su desarrollo y los productores más débiles suelen verse forzados a abandonar el mercado pues sufren pérdida de margen, provocando impactos negativos en el empleo sectorial.

La necesidad de desarrollo competitivo de estas empresas es imperiosa y sentida por los actores del sector forestal, (materia en la que el Estado debe asumir un rol principal). Pueden avanzar en forma importante en la oferta. La clasificación del subsector podría conducir a la identificación de las principales relaciones "productos-nichos de mercados", para apoyar a aquellas que tengan un mayor potencial de crecimiento en el mercado mundial. Este es un sector que puede crecer

a través de la especialización de productos, combinado con una capacidad para incorporar nuevas aplicaciones con los correspondientes beneficios en términos de demanda de materias primas, empleo, exportaciones e inversión. Los factores clave, y las variables en los que este segmento es débil, se pueden observar en la Figura N° 1, de los factores claves. Sobre esta base se puede determinar el camino a seguir, los cambios en las variables y en los factores claves, para que el segmento o sus partes logren resultados superiores en el futuro.

Afecta a un número importante de empresas, que se ven limitadas en su desarrollo y en su demanda de productos para venderlos manufacturados, de diferentes formas, en los mercados mundiales, al empleo y anticipa un desarrollo precario e inestable.

**Base de la política pública:** Una de sus características más relevantes es que comprende subsectores de productos orientados a nichos de mercados de diferentes magnitudes y de carácter nacional e internacional. Cada una de esas relaciones producto - nicho se puede fomentar mediante un plan de cooperación eficaz.

**Base de estrategia de aplicación de la política pública:** Debiera segregársele en sus principales componentes: empresas con potencial de crecimiento por la calidad y tecnología de sus productos y expectativas de altas tasas de crecimiento de sus respectivos nichos en los mercados nacional y mundial. Luego, con participación de i) El Ministerio de Agricultura, ii) CONAF e INFOR y ii) La Asociación Gremial de Industriales de la Madera, establecer un itinerario para desarrollar los diferentes subsectores. Se requiere una instancia orgánica con alta dedicación y profesionalismo que actúe como referente y coordinador para las acciones de corto, mediano y largo plazo del sector público y privado, con capacidad operativa y de trabajo mancomunado.

#### **- Pequeñas Empresas, Estrategia con Relación al Benchmark**

**Brecha estratégica:** Las pequeñas empresas conforman un sector de miles de pequeñas unidades forestales, manufactureras o de servicios, con baja productividad y débil capacitación y generan una gran proporción del empleo forestal: Su estructura no se conoce bien y su parque tecnológico está absolutamente obsoleto. Este segmento presenta carencias muy fundamentales para desarrollarse en forma independiente y llegar a ser exitosa en el ámbito internacional, aún en el largo plazo. Sus falencias les impiden un crecimiento constante.

No existen procesos de integración horizontal y vertical. Actúan fragmentadamente frente a los canales comerciales, lo que dificulta realizar oferta de lote mínimo económico a los clientes internacionales con una dramática pérdida de poder de negociación frente a las cadenas comerciales. Como consecuencia salen frecuentemente del mercado ofreciendo empleos inestables. Por lo anterior,



la necesidad de impulsar su desarrollo competitivo es imperiosa y sentida por los actores del sector forestal, materia en la que el Estado debe asumir un rol principal.

Esta situación afecta a miles de personas empleadas o subempleadas en estas empresas, con bajas remuneraciones, inestabilidad en el empleo y baja productividad. Se puede concluir que este segmento debe someterse a cambios muy profundos de integración, o de incorporación de nuevas tecnologías, para que lleguen sus empresas a tamaños y dinámicas de gestión que les permitan impulsar un crecimiento sostenido y con beneficios.

#### **Base de la política pública:**

Este subsector presenta grandes debilidades para su desarrollo en un mercado competitivo y global. Sin embargo, recibe múltiples apoyos financieros y técnicos, lo que está determinado por su potencial de ocupación de mano de obra. Su conocimiento y segmentación es indispensable para recibir apoyo con orientación social y económico focalizados.

#### **Base de estrategia de aplicación de la política pública:**

Por su complejidad e interés social y de sus necesidades, es indispensable disponer de un levantamiento de información que proporcione elementos para dimensionarlo. Algunas de las vías de solución son i) asociatividad de pequeñas empresas forestales o de empresas manufactureras, ii) integración de dueños de tierras de vocación forestal con industriales manufactureros o con grandes distribuidores, iii) esfuerzos de capacitación y otros, como los sistemas de bonos comunes en el sector de las Pymes. Según estudios del Banco Interamericano de Desarrollo, estos esfuerzos han resultado insuficientes en diferentes países. Por lo mismo, el desarrollo de una estrategia para la puesta en marcha de las políticas públicas para este subsector de pequeñas empresas es una tarea que requiere un trabajo que está más allá de los límites de esta investigación.

A partir de los antecedentes disponibles en este estudio y de las brechas estratégicas identificadas para lograr un sector forestal exitoso en el largo plazo, se llega a la siguiente síntesis de visión para un sector forestal chileno competitivo en el ámbito mundial. Esta visión, permite encuadrar las bases de las políticas públicas y de las estrategias de puesta en marcha que se recomiendan. A continuación se entrega la discusión de los resultados y las conclusiones respecto a las brechas estratégicas y para cada una de ellas se recomiendan "Bases para la política y para la Estrategia de su puesta en marcha".

## **DISCUSION**

### **Marco de Referencia**

Los antecedentes reunidos permiten elaborar una visión sobre lo que puede llegar a ser el sector forestal en cinco décadas más. Para que ello ocurra, necesariamente, se debe disponer de la innovación tecnológica dura y blanda en los múltiples aspectos analizados en este estudio.

Sobre la base de su bosque nativo y las plantaciones forestales, se puede visualizar un sector forestal, con una industria competitiva en todos los eslabones de la cadena de creación de valor, que pasa, desde un valor anual actual de su producción de US\$ 4.200 millones, a un valor de US\$ 10.000 millones en 10 años más. Para que este escenario ocurra, deben cumplirse dos condiciones: amplia disponibilidad de bosques (nativos y plantaciones) e incremento del valor añadido de los productos a tasas similares. En las próximas décadas es posible visualizar y concretar un sector forestal que tenga, a lo menos, los siguientes atributos:

Los bosques y ecosistemas forestales son manejados sustentablemente y en forma integrada con la mediana y pequeña propiedad rural, en el marco de un sólido e institucionalizado sistema de conservación de la biodiversidad.

Los bosques generan servicios ambientales optimizados y valorados por su aporte a la calidad de vida de la población y por su importante contribución al desarrollo local y a la sustentación de actividades económicas de alto potencial de crecimiento, en un entorno que genera confianza para la inversión.

Una industria forestal aceptada y valorada por la sociedad, que constituye una red de cluster competitivos de clase mundial, con una sólida base en el mercado interno y externo, que integra la pequeña, mediana y gran, generando riqueza y desarrollo.

Una fuerte internacionalización de operaciones y con una toma de posición en canales de distribución.

Con recursos humanos altamente calificados, con productividad de clase mundial.

Un gran aporte al empleo directo e indirecto, incluyendo exportación de servicios profesionales de alta calidad.

Una gran proliferación e imposición de modas de la demanda de bienes y servicios de los distintos segmentos de los mercados.

Nuevos emprendedores y desarrollo de un nuevo sistema de gestión forestal público y privado.

Exportación de tecnologías forestales blandas y duras.

Una gran proliferación y desarrollo de productos finales y sus servicios de post venta.

Agencias de investigación y comunidad científica que logran patentar conocimientos en el campo de la biotecnología, ingeniería de la madera, calidad de vida mejorada, salud preventiva, psicología social, y en otras áreas del conocimiento.

Aporta con soluciones eficaces y eficientes al menguado sustento energético actual.



## Negocios Actuales y Futuros

Los valores a alcanzar por el sector forestal son producto de la proyección de los escenarios expuestos en el Diagnóstico, sobre la base del escenario optimista en los próximos 20, 30 y 50 años, y contrastados con los resultados que debe obtener un negocio que sea *benchmark*. Cabe señalar que los valores son racionales dado que, por ejemplo, algunas grandes corporaciones como Internacional Paper, IKEA y otras, facturan anualmente una cifra superior a los US\$ 20.000 millones. Para lograrlo, todas ellas tienen poderosas unidades estratégicas de negocios, de investigación y desarrollo y, poseen una fuerte orientación a los clientes finales con servicios permanentes de postventa. Es importante y necesario señalar que en las respuestas al Delfos no aparece mencionado este tipo de eventos de más largo plazo.

El Sistema Experto utilizado, al contrario, señala claramente que para ser competitivo y alcanzar este estado deseado para el sector forestal se requiere un esfuerzo no menor para superar los factores críticos que configuran las brechas estratégicas encontradas en el presente estudio.

**Cuadro N° 2**  
**MATRIZ DE TENDENCIA DE NEGOCIOS ACTUALES VERSUS FUTUROS DEL SECTOR FORESTAL**

Ambito	Negocios Actuales	Negocios Futuros
Producto	<p>Bienes industriales: Pulpa, madera aserrada y partes y piezas para la construcción y muebles.</p> <p>Productos no madereros con producción incipiente de materias primas.</p> <p>Escasa disposición a pagar al dueño del bosque por servicios ambientales.</p>	<p>a. Productos de alto valor agregado y consumo final.</p> <p>b. Clusters industriales avanzados y con productos expuestos en nichos de mercado de alta relación calidad/precio. Con productos únicos y diferenciados donde el diseño de productos se convierte en una variable relevante.</p> <p>Oferta de diversos productos forestales no madereros finales para mercados sofisticados.</p> <p>Mercados de servicios ambientales con fomento a través de instrumentos de política económica.</p>
Mercado	Concentrado en dealers internacionales.	Integraciones hacia adelante, especialmente en los puntos de venta.
Geográfico	Concentrado en la cuenca del Pacífico (USA y Asia).	Diversificación, especialmente en la UE, USA, Latinoamérica y Asia.

En la matriz de negocios actuales y futuros (Cuadro N° 2), que enuncia los grandes objetivos a que se podría aspirar como país. La base medular es promover, con herramientas de la política pública, el desarrollo de nuevos negocios. En lo principal, será necesario desarrollar e incorporar tecnologías que mejoren los atributos naturales de la madera tal como son, por ejemplo, la polimerización (para aumentar su durabilidad), la combinación

con otros materiales (para cambiar sus atributos físicos y mecánicos), y otras innovaciones que le pueden otorgar mayor competitividad, en todos los estratos de tipología de empresas identificadas en el presente estudio.

La probabilidad de ocurrencia de los desarrollos expuestos en la matriz anterior es alta, así lo indican las importantes tasas de crecimiento que exhibió el sector en el pasado. Para ello, sin duda, las grandes y medianas empresas son el motor para el desarrollo sectorial acompañadas de una alianza estratégica con el Estado. En esa materia, si bien se está trabajando, surge la necesidad de introducir cambios para variar la curva de desarrollo.

## CONCLUSIONES

Teniendo en vista la variedad de factores limitantes al desarrollo que han sido relevadas por este estudio, se puede concluir que para alcanzar un desarrollo competitivo sectorial sustentable se requiere:

Emprender una profunda transformación para cerrar las brechas detectadas por el estudio.

Las transformaciones deben planearse en una perspectiva de corto, mediano y largo plazo y, deben responder a una vigorosa acción de todos los actores, desde la silvicultura, a la industria y la venta; y desde la investigación a la educación orientada a la producción de productos finales, todo ello con el propósito de incrementar la participación sectorial en la generación de riquezas y mejora de la conducta medioambiental del país.

Se requiere de un gran impulso a los sectores de mediana y pequeña industria y propiedad, lo cual debe ser apoyado desde el Estado mediante la implementación de políticas públicas, todo ello para formar un contrapeso a la concentración económica forestal y mejorar la distribución en la producción de riqueza e incidir directamente en la generación de ocupación y empleo.

En el sector se requerirá de un gran articulador que promueva y realice los cambios propuestos y sea capaz de alinear a los diferentes actores, organizar sus propósitos y establecer líneas de acción correspondientes.

## REFERENCIAS

**Arnoldo Hax y Nicolás Majluf, 1993.** Gestión de Empresa con una Visión estratégica. E. Dolmen. 450 pp. Harvard Business Review.

**Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2003.** Instrumentos Institucionales para el Desarrollo de los Dueños de Pequeñas Tierras Forestales. ATN/NP-7444-RS.

**Cerda, I. 1999.** Trayectoria del Sector Forestal en Chile: Logros y Desafíos. Santiago, Chile, INFOR. División Estudios Económicos. Informe Técnico N° 140. 140 p.



**FAO, 2003.** Tendencias y Perspectivas para el Sector Forestal Nacional. Chile

**FIA, 2001.** Bosque Nativo en Chile: Situación Actual y Perspectivas. Santiago de Chile. 112 p.

**Hardner, J. y Rice, R. 1998.** Replanteamiento de la Política Forestal. División de Medio Ambiente. Documento de Trabajo. Washington, D.C. Banco Interamericano de Desarrollo.

**Hax, A., Majluf, N., 1993.**

Gestión de Empresa con Visión Estratégica. Ediciones Dolmen.

**INFOR, 2002.** Boletín Estadístico N° 84. Estadísticas Forestales 2001. Instituto Forestal, Chile.

**Kung, A., 1994.** Stern School of Business. New York University. Aceptado por el Departamento de Administración de Tecnologías e Innovación.

**Porter, M. 1991.** La Ventaja Competitiva de las Naciones. Buenos Aires, Argentina, Javier Vergara. 1.025 p.

**Porter, M., 2002.** Los Clusters y la Competencia. Trend Management/Harvard Business Review.

## APENDICE N° 1

### DESCRIPCION DE LA TIPOLOGIA DE EMPRESAS ANALIZADAS CON EL SISTEMA EXPERTO

Después de una serie de revisiones de la información disponible, con la que se empezó a procesar el Sistema Experto, se llegó a la conclusión que la separación del sector en 4 grupos era una división adecuada para la revisión de las estrategias competitivas respectivas. La división es, por una parte, en Grandes, Medianas y Pequeñas empresas y, por otra parte, en nuevos negocios en Servicios Ambientales.

**Grandes Empresas (GE):** En esta investigación se incluye en el segmento de grandes empresas o compañías a las que tienen una facturación anual superior a los US\$ 500 millones. En consecuencia, están representadas principalmente por Forestal Arauco S.A. y CMPC S.A. Para todos los efectos de alimentación del sistema experto con información de estas empresas se utilizó la información pública disponible, es decir, balances, catálogos, web site y antecedentes de varios estudios, y *know how* de los autores, lo que permitió cargar con un buen grado de realidad las respuestas exigidas por el sistema.

**Medianas Empresas (ME):** El segmento de medianas empresas, para efecto del presente estudio, está constituido por aquellas empresas cuya facturación anual es menor a US\$ 500 millones y más de US\$ 30 millones (de acuerdo a definiciones del Banco Interamericano de Desarrollo BID). Al igual que en el segmento anterior se trabajó con información pública de las empresas, fichas FECU, estados de resultado en el caso de las S.A. abiertas, web site y varios estudios, lo que permitió acercarse con un buen grado de interpretación de las respuestas exigidas por el sistema.

**Pequeñas Empresas (PE):** El segmento de pequeñas empresas está constituido por todas las empresas con facturaciones anuales menores a US\$ 30 millones, las que por su tamaño exhiben bajo grado de integración vertical y actúan en diversos eslabones de la cadena de valor forestal, es decir, desde el bosque y plantaciones hasta comercializadoras. Como no hay estados de resultados públicos se trabajó con el conocimiento del equipo consultor y diversas fuentes de información, como estudios de CORFO, SERCOTEC, INFOR entre otros.

**Nuevos Negocios en Servicios Ambientales:** Se construyó este subsegmento del sector forestal a partir de la solicitud de la Dirección de CONAF, dada la amplia misión que le asigna la ley a la Corporación, sumado al cambio de las demandas de la humanidad en torno a los temas ambientales, sobre la necesidad de hacer desarrollo sustentable a partir de los recursos forestales y que incluye múltiples actividades económicas que generan externalidades que son oportunidades de desarrollo y perfeccionamiento de la actividad forestal. Es así como se han considerando, en un agregado, el turismo, la mitigación de impactos negativos de la minería, de las grandes urbes, entre otras. Dentro de los nuevos negocios también se consideran los avances en los mecanismos de desarrollo limpio.

**Empresa Benchmark:** A partir de la situación actual del Sector Forestal chileno, se hizo un benchmark con lo mejor de la industria forestal mundial (a partir del ranking de la revista

Fortune, se revisó los estados de resultados y los website de las principales 10 empresas forestales de USA y a nivel mundial) considerando sus estados de resultados y sus respectivas estrategias, en algunos nichos de productos industriales en las que compiten con las empresas nacionales, con énfasis en su cadena de valor (integración vertical y horizontal), grado de internacionalización, tipología de productos finales y completitud de servicios, así como datos financieros, entre otros. Considerando todos esos antecedentes se cargo en el sistema un sector forestal ideal, que permite observar las brechas en los factores claves que se presentan a continuación.

La estrategia de la empresa benchmark del sector es sólo posible de imaginar si se considera la evolución histórica a lo largo de las pasadas décadas (como se describe en el Diagnóstico). La estrategia se caracterizará por estar inserta en una expansión del conocimiento y la experiencia y en un entorno económico cada vez más abierto, debido a la firma de acuerdos de libre comercio con dos de los bloques mayores del globo y al fuerte cambio en la valorización de los recursos forestales por la Humanidad

## APENDICE N° 2 EVOLUCION DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DEL SECTOR FORESTAL Y SUS TASAS DE CRECIMIENTO O DECRECIMIENTO ANUAL

La información básica generada en el diagnóstico inicial actualizado se presenta a continuación, donde se muestran las variables claves de los agregados del sector.

- Participa con el 3,6% del PIB nacional
- Participa con el 12,0% de las exportaciones totales
- Genera 119 000 empleos sectoriales directos y 300.000 empleos indirectos
- 33,8 MM de ha (44,6% son terrenos de aptitud forestal)
- 13,5 millones de ha de bosque nativo
- 2,1 millones de ha de plantaciones
- 18,7% del territorio se encuentra protegido en el SNASPE

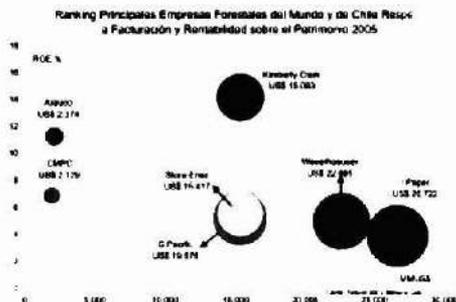
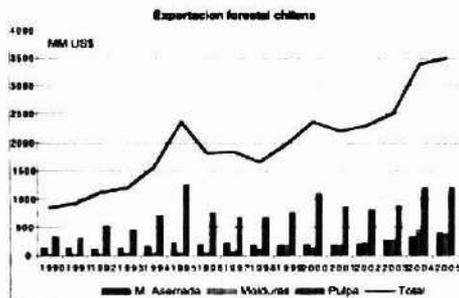
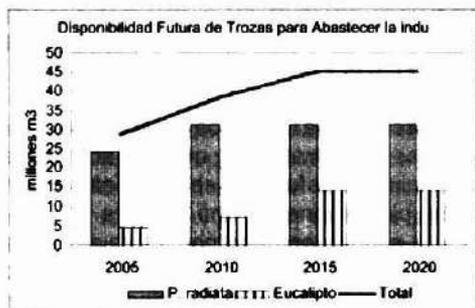


Figura N° 1  
SINTESIS ESTADISTICA DEL SECTOR FORESTAL 2005

Como se puede observar el conjunto de variables de la oferta, la disponibilidad de plantaciones y la exportación presentan importantes tasas de crecimiento.

El punto de partida de la investigación fue intentar dar respuesta a dichas preguntas y saber en que etapa de desarrollo competitivo se encuentra el sector forestal. Así fue como se utilizó el modelo planteado por Porter (1991).



Figura N° 2

#### IDENTIFICACION DE LAS ETAPAS DEL DESARROLLO COMPETITIVO DE LAS NACIONES Y SU APLICACION ESTRATEGICA AL SECTOR FORESTAL

Se desprende de la figura y de los análisis previos que los logros del sector forestal han sido impulsados por los factores básicos (ventajas comparativas) y más recientemente por la inversión. Hasta mediados de los 90 los principales esfuerzos se concentraron en contar con factores básicos de bajo costo (recurso plantaciones, mano de obra y tierra). Luego surge un nuevo impulso vía la inversión y el seguir contando con ventajas en los factores básicos. Es decir, se crean factores más avanzados, junto a una mayor capacidad de emprendimiento de las empresas grandes y a un incremento en la rivalidad interna por contar con mayor cantidad de recurso bosque.

Actualmente el debate sobre el futuro desarrollo forestal está en lograr impulsar la creación de valor mediante la innovación, que es el gran desafío para elevar la utilización del potencial que tiene la actividad en Chile. Es decir gestionar una estrategia conducente a alcanzar ventajas competitivas basadas especialmente en el área del conocimiento, para que a partir de la investigación básica y desarrollo, innovación y su transferencia tecnológica hagan posible crear mayor valor frente a la hipercompetencia global.

Respecto a la estrategia estructura y rivalidad de las empresas, es necesario que estas desarrollen estrategias mundiales (por esto se define un benchmark en esta investigación). En el área de condición de los factores hay dos aspectos importantes en este estadio del desarrollo, el primero es que se crean y perfeccionan factores avanzados y especializados y el segundo es que al haber creciente éxito en muchos sectores se incrementa la presión al alza sobre los costos y revaluación de la moneda, ello estimula la innovación. Otro aspecto importante es que los sectores conexos y de apoyo deben estar bien

desarrollados y ser de clase mundial. Por último las condiciones de la demanda deben ser refinadas, es decir muy exigentes lo que pasa a ser una ventaja y la demanda interna empieza a internacionalizarse por mediación de las multinacionales de una nación.

El sector presenta un conjunto de factores que entorpecen su marcha futura, todos ellos relacionados, principalmente, con la plena incorporación de amplios sectores de la población a los que no llegan los beneficios del proyecto forestal o maderero, tal como de los servicios ambientales, del trabajo y de la creación de riqueza. El potencial sectorial es grande y, tal como se ha afirmado antes, podría multiplicarse varias veces en el mediano y largo plazo.

Es notable también, advertir que los grandes temas se encuentran hace ya bastante tiempo en la discusión sectorial de varios agentes en forma separada. Por ello, la presentación ordenada y fundamentada tiene el valor de conformar una verdadera guía de desempeño para el gobierno que, mediante la administración de políticas públicas, puede impulsar decisivamente el desarrollo sectorial.

Los factores limitantes que se ha agrupado más adelante traspasan los diferentes estadios involucrados en la producción de bienes y servicios sectoriales, a la vez que ponen en consideración a los factores sociales, económicos y ambientales que son de su competencia.

Se presenta la evolución y las tasas de crecimiento de las principales variables del sector forestal. Para este análisis se utilizó la información desarrollada en el proyecto FAO "Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal Chileno". En dicho informe se presenta la información cuantitativa de las principales variables del sector forestal, con tasas de crecimiento acumulativo en distintos periodos de tiempo, para la forestación, consumo, producción industrial y balanza comercial. Los antecedentes se presentan en el Cuadro N°1.

**Cuadro N° 1**  
**TENDENCIAS Y TASAS DE CRECIMIENTO DE VARIABLES CLAVES DEL SECTOR FORESTAL**

Item's	Años				% Crecimiento/Decrec acumulado anu		
	1980	1990	2000	2005	1980/1990	1990/2000	2000/2005
<b>Producción</b>							
Consumo Industrial Total Miles m3)	8 471.9	14 258.7	24 436.8	32 528.0	4,8%	5,0%	2,6%
M. aserrada (Miles m3)	2 249.4	3 326.9	5 698.1	8 298.0	3,6%	5,0%	3,5%
Pulpa (Miles ton)	770.7	804.1	2 591.9	2 758.0	0,4%	11,2%	0,6%
Tableros (Miles ton)	88,1	251,2	842,4	1 998,0	10,0%	11,6%	8,2%
Papeles y cartones (Miles ton)	324,4	462,0	860,8	1 179,0	3,3%	5,8%	2,9%
<b>Valor Exportación(US\$ millones)</b>							
M. aserrada	148,9	135,8	190	413,0	-0,8%	10,6%	7,3%
Pulpa	197,1	319,5	1 110	1 205,0	4,5%	12,8%	0,7%
Tableros	6,8	22,3	124	284,0	11,4%	26,0%	7,8%
Papel Periódico	31,8	81,6	250	133,0	8,9%	4,5%	5,6%
Otras	83,5	296,1	691	1 460,0	12,2%	15,6%	7,0%
<b>Total Exportación</b>	<b>468,1</b>	<b>855,3</b>	<b>2 365,2</b>	<b>3 495,0</b>	<b>5,6%</b>	<b>13,7%</b>	<b>3,6%</b>
<b>Importaciones (Millones US\$ CIF)</b>	<b>25,1</b>	<b>124,6</b>	<b>88,0</b>	<b>747,0</b>	<b>15,7%</b>	<b>-3,1%</b>	<b>21,5%</b>

Fuente: Elaboración Propia con cifras INFOR (2002)



A partir de las tasas de crecimiento presentadas en el cuadro anterior, se establecen los supuestos de proyección de escenarios del sector forestal. A continuación se describen tres escenarios al año 2020.

**Escenario positivo:** En este escenario se asume que la disponibilidad sostenible de madera proveniente de las plantaciones y del bosque nativo es realizada económicamente a través de un mejoramiento de la mezcla de producción actual, es decir que aumente la manufactura y se acerque a bienes finales.

**Escenario de continuidad de la situación al año 2005:** En este escenario se proyecta el valor de la producción del sector forestal al año 2020, con un 63% del valor exportado y un 37% del valor del mercado local. Las grandes compañías seguirán creciendo y se agregarán nuevos actores a la oferta nacional, también la mezcla de la producción, es decir cifras similares de oferta exportada y vendida al mercado local. El fundamento de la proyección se establece a partir de los proyectos de inversión conocidos de las grandes empresas hasta el año 2010; hacia delante no es pública la información.

**Escenario pesimista:** Se proyecta el valor de la producción del sector forestal al año 2020, con un 63% del valor exportado y un 37% del valor del mercado local. La tasa de crecimiento acumulada utilizada en la proyección corresponde a la mitad del crecimiento detectado los últimos tres años (2003 al 2005), es decir 2,7%.

Se puede observar, el escenario positivo asume una tasa de crecimiento acumulado de un 7,3 %, dicho crecimiento es razonable, porque tiene un alto valor esperado de ocurrencia, debido a los grandes proyectos que están en vías de materialización. En consecuencia es una meta posible de alcanzar.

---

# ESTUDIOS DE MERCADO: EL CASO DE LA MADERA DE CANELO EN ESTADOS UNIDOS Y EUROPA

Jorge Cabrera Perramón (1)

## RESUMEN

El trabajo se enmarca dentro del proyecto "Desarrollo de Aplicaciones Industriales no Pulpables de Renovales de Canelo", adjudicado por CORFO al Instituto Forestal, (INFOR) en 2002. El estudio de mercado conforma la base para el desarrollo posterior del proyecto, particularmente en sus fases de tecnología industrial y silvícola.

El objetivo central es investigar las opciones de mercado de la madera de canelo en Estados Unidos y Europa, con el fin de identificar líneas con mayor capacidad competitiva, empresas importadoras con interés real por comprar y definir las condiciones técnicas y comerciales necesarias para abordarlas.

El plan de trabajo consistió en recopilar, procesar y analizar información de mercado obtenida de fuentes secundarias y primarias. Las entrevistas se acompañaron de muestras de madera y un folleto promocional. Se abarcó cuatro Estados de Los EEUU y tres países de Europa.

En general, se estimó que el canelo es estéticamente muy bueno, es una madera algo liviana y no muy dura, cuyas principales aplicaciones son para muebles y molduras especiales, en las que la apariencia juega un rol determinante.

Los precios referenciales que podrían lograrse para canelo son bastante superiores a los del mercado chileno, superiores a las coníferas y bastante cercanos a especies como abedul, aliso, acer y haya europea.

El estudio reúne una gran información sobre detalles y requisitos comerciales, recomendaciones estratégicas, datos de precios, directorios de empresas con conocimiento de la madera de canelo e interesados específicos.

La conclusión final es que la madera de canelo, efectivamente, puede ser exportada en forma competitiva a estas regiones, de modo que el énfasis futuro es preparar una oferta sostenible y de calidad.

**Palabras clave:** Mercado, canelo, madera nativa, EE.UU, Europa.

(1) Ingeniero Forestal, Mg (e) Economía Agraria, Dr. © Ingeniería Ciencias Forestales. Instituto Forestal.  
jcabrera@infor.cl

---

## SUMMARY

The current Market Analysis performed in the context of the INFOR's Project "Desarrollo de Aplicaciones Industriales no Pulpables de Renovales de Canelo" funded by the Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), constitutes the necessary basic step for the future technological and industrial development of Canelo species.

The aim of the study is to explore the several market alternatives for three main wood products coming from Canelo in the USA and European countries. Main issue here is the identification of product main lines which involve the best competitive characteristics. Additionally, the identification of importer companies interested in these main lines requesting for particular technological and trade conditions, allowing these products access to the market.

The methodological approach involved market scrutinizing and testing searching at primary and secondary industry level. A set of personal interviews and showing samples of the wood promoted material was devised besides the publishing of a special promotional and informative leaflet. Four states of USA and three European countries were inspected.

Major outcomes of the study was that Canelo wood material is aesthetically attractive, although it seems a slightly light in weight and a kind of softwood. As main industrial applications given their aesthetic characteristics, furniture and moulding products were detected as relevant for this species.

This study compiles an important amount of data and information regarding the trade requirements, some strategic recommendations, price information, and a listing of relevant and really interested companies.

As a final conclusion the Canelo's wood material has a real and competitive chance for exportation to the analyzed market. The main issue is now how to maintain the market demand in a sustainable manner and keeping or improving the required level of the wood material quality.

**Key words:** Market, Canelo, native wood, USA, Europe.

## INTRODUCCION

Los estudios de mercado constituyen una base crucial de información que permite conocer los ingresos que efectivamente pudieran generarse de alguna actividad productiva y, por tanto, son la clave para decidir sobre las inversiones productivas. Este concepto ha sido introducido en el campo de los proyectos de investigación en el sentido que, primero se determina si el producto es aceptado en el mercado, y recién entonces se decide si se deben realizar las investigaciones necesarias en el campo de las tecnologías de transformación y de los cultivos, según corresponda.

Como parte del Proyecto FDI-CORFO "Desarrollo de Aplicaciones Industriales no Pulpables de la Madera de Renovales de Canelo", se realizó un estudio de mercado para madera de canelo en Europa y Estados Unidos, tema que se aborda en el presente artículo.

Este informe está estructurado con la presentación de los objetivos y aspectos metodológicos, para posteriormente entregar los resultados y conclusiones, en forma separada para cada región estudiada.

El estudio de Mercado fue desarrollado por la consultora Gryphon Resource Consultants Ltd, representada por los Srs Alfonso Casasempere y David Cartwright, y por el consultor Paolo Gardino, mediante un subcontrato diseñado, supervisado y coordinado por el autor.

## OBJETIVO

El objetivo general del proyecto es generar y asociar información precompetitiva, sobre aspectos tecnológicos de la madera de canelo y productos de alto valor, con información económica y de mercado, originando una plataforma de información total y una propuesta de desarrollo sostenible de mediano y largo plazo para el recurso renovales de canelo.

El estudio específico de demanda externa, en términos generales, persigue desarrollar una investigación tecnológica con análisis y pruebas de productos, capaz de generar información técnico-comercial de fuente primaria, para establecer la factibilidad y potencial exportador de productos fabricados con madera de canelo. Más específicamente, se trata de determinar las verdaderas posibilidades para colocar madera de canelo en condiciones competitivas de calidad, precio y entregas.

## METODOLOGIA

Las regiones en estudio son Europa y Estados Unidos de Norteamérica. La selección de países y Estados se basó en un análisis de ranking de concentración de los mayores importadores y consumidores de madera latifoliada y del presupuesto disponible.

El plan de trabajo consistió en recopilar, procesar y analizar información de mercado obtenida mediante fuentes secundarias y fuentes directas, en las que se efectuó pruebas de mercado. Las entrevistas fueron acompañadas de la entrega de muestras de madera y un



folleto promocional. Las entrevistas personales se fueron efectuadas cronológicamente en cuatro Estados de USA; Washington, California, Texas y Carolina del Norte, y en Alemania, Italia, Reino Unido y España, en Europa. Se analizó oportunidades para madera aserrada y piezas especiales para interiores, molduras decorativas, molduras pintadas, tableros de madera y productos especiales.

Se definió cuatro categorías de producto para identificar oportunidades de colocación. Estas son:

- Madera aserrada y piezas especiales para interiores, gabinetes y muebles.
- Molduras decorativas especiales, incluyendo pasamanos, marcos para cuadros, piezas, puertas pequeñas, partes para cajas, y otras piezas de pequeñas dimensiones.
- Tableros contrachapados o enlistonados
- Productos especiales, incluyendo marcos para pizarrón, piezas para puertas de seguridad infantil, piezas torneadas, mangos de escoba, tarugos y estantes.

Con el fin de presentar el producto a estudiar se definió y diseñó dos medios de promoción comercial, un folleto introductorio (en castellano e inglés) y muestras de los productos.

El folleto, de alta calidad y en colores, incluye fotos de la madera y sus productos, detalla las propiedades físico - mecánicas de la madera, bondades y usos, cuantifica la oferta actual y futura e identifica el contacto en Chile.

Las muestras de madera se fueron definidas por tipo de producto, dimensiones y calidades. El conjunto se basó en madera seca en horno, tablas cepilladas, varios tipos de molduras y tableros con finger joint y laminados de canto. Todos en dimensiones pequeñas. Estas fueron presentadas a las empresas elegidas en las regiones seleccionadas.

Se preparó un formulario flexible, tipo pauta, con preguntas que permiten homogenizar las respuestas y su posterior tabulado. El tema cubre un ámbito general que describe con estadísticas oficiales, el mercado de la madera y el valor del comercio exterior, con énfasis en el mercado de las maderas latifoliadas, excluyendo el mercado de la pulpa, papel y tableros aglomerados. En un marco específico, el estudio identifica precios referenciales para productos seleccionados, y las condiciones técnicas y comerciales necesarias para entrar al mercado.

A partir de un análisis previo de la distribución y utilizando directorios empresariales y contactos, se preparó una lista de empresas, importadores, distribuidores y usuarios directos a quienes contactar y encuestar. Se cuidó que esta lista fuese representativa y, además, que asegurara una adecuada cobertura del sector.

Se seleccionó un conjunto amplio de empresas, sobre 200, y por teléfono o por correo electrónico se las contactó para invitarlas a participar en la prospección de la madera de canelo. Treinta empresas fueron contactadas directamente, otra cantidad similar recibió las muestras de productos y fueron encuestadas telefónicamente.

Finalmente, se analizó y tabuló la información de mercado obtenida, tanto de fuente primaria como secundaria, y con estos resultados se estructuró las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Operacionalmente, INFOR por medio de una licitación internacional, contrató a dos empresas consultoras, una de cada región de estudio, para lograr mayor eficacia y mejor aplicación del presupuesto. Investigadores de INFOR participaron activamente en el diseño de la investigación y en la supervisión de cada actividad del proyecto.

## RESULTADOS

### Mercado en Estados Unidos

- El Mercado Total de Madera

Estados Unidos es el mayor productor y consumidor de productos de madera en el mundo. También es el mayor importador y el segundo mayor exportador de productos forestales. En términos de la industria representa el mayor mercado potencial para la madera de canelo en el mundo (Cuadro N° 1).

El mercado total de la madera (consumo aparente en construcción y otros usos) en EEUU alcanzó a 229 millones de m<sup>3</sup> en 2001. La madera aserrada representó un consumo de 118 millones de m<sup>3</sup> al año, mientras que la madera terciada registró casi 18 millones de m<sup>3</sup>. EEUU importa productos forestales (incluyendo madera, tableros, celulosa y papel) por más de US\$ 24 mil millones por año.

Las importaciones de madera aserrada de especies no coníferas (mayoritariamente latifoliadas o duras) alcanzaron a un valor de US\$ 462 millones en 2001 y las de madera terciada a US\$ 868 millones. Estas cifras y las anteriores corroboran el enorme tamaño del mercado de la madera en EEUU y enmarcan fuertes posibilidades para una colocación futura de madera de canelo de Chile.



**Cuadro N° 1**  
**PRODUCCION, EXPORTACION, IMPORTACION Y CONSUMO APARENTE TOTAL DE MADERA**  
**EN EEUU 1997 – 2001 (millones m<sup>3</sup>)**

	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Producción</b>					
Madera Aserrada	111,4	89,0	92,6	91,1	87,3
Hojas de Chapa	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Madera Terciada	17,5	17,5	17,6	17,3	16,4
MDF	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5
Tableros de Madera	40,1	42,6	45,6	45,5	44,1
Tableros de Partículas	16,3	18,1	21,0	21,2	20,8
<b>Total</b>	<b>187,8</b>	<b>169,8</b>	<b>179,4</b>	<b>177,7</b>	<b>171,2</b>
<b>Importación</b>					
Madera Aserrada	43,7	32,7	33,8	34,4	35,2
Hojas de Chapa	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
Madera Terciada	1,9	2,0	2,5	2,4	2,7
MDF	0,4	0,6	0,9	2,0	2,1
Tableros de Madera	9,3	10,7	12,2	14,3	15,5
Tableros de Partículas	5,8	7,2	7,9	8,9	9,7
<b>Total</b>	<b>61,8</b>	<b>53,7</b>	<b>57,7</b>	<b>62,4</b>	<b>65,6</b>
<b>Exportación</b>					
Madera Aserrada	7,0	4,6	5,1	5,1	4,2
Hojas de Chapa	0,7	0,6	0,3	0,3	0,3
Madera Terciada	1,6	0,8	0,7	0,7	0,5
MDF	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Tableros de Madera	3,1	2,5	2,2	2,2	1,9
Tableros de Partículas	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>Total</b>	<b>12,9</b>	<b>9,3</b>	<b>9,1</b>	<b>9,1</b>	<b>7,7</b>
<b>Consumo Aparente</b>					
Madera Aserrada	148,1	117,1	121,2	120,3	118,5
Hojas de Chapa	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2
Madera Terciada	17,8	18,6	19,3	19,0	18,6
MDF	2,6	2,9	3,2	4,3	4,4
Otros Tableros de Madera	46,2	50,8	55,7	57,7	57,7
Tableros de Partículas	21,8	24,6	28,3	29,4	29,9
<b>Total</b>	<b>236,6</b>	<b>214,1</b>	<b>227,9</b>	<b>230,9</b>	<b>229,3</b>

(Fuente: FAO, 2000) (cifras con aproximación decimal)

## - El Mercado de la Madera para la Construcción

En Estados Unidos, el consumo de madera para la construcción se estima en alrededor de 170 millones de m<sup>3</sup>. La distribución del consumo por uso final es de 43% en residencias nuevas, 32% en reparación y renovación, 6% en usos no residenciales y 19% en uso industrial

En 1998, el valor de la construcción en los EEUU alcanzó US\$ 665,4 mil millones. De este total el sector de la construcción habitacional representó un 44%. La construcción de viviendas es el sector que más consume productos de madera. En 1999, por primera vez en la historia del país, el número de viviendas construidas superó los 2 millones de unidades. También se ha incrementado la superficie promedio por unidad. Otro cambio es que en 1998 sólo 37% de las viviendas fueron construidas *in situ* y el 44% usaron componentes de paneles y modulares construidos en fábrica.

## - Productos de Valor Agregado

El sector de la construcción de viviendas es un importante consumidor de una variada gama de productos fabricados de madera. Sin entrar en mayor detalle, es importante notar que la importación de muchos de estos productos ha experimentado un fuerte incremento en la última década, resultado de la apreciación del dólar.

La industria nacional que fabrica estos productos continúa utilizando un volumen significativo de productos primarios tanto de origen interno como importado.

## - El Sistema de Distribución de Madera en Estados Unidos

Durante los últimos años ha habido un cambio significativo en la forma de comercializar productos primarios sólidos de madera. El cambio ha sido implementado por las cadenas de establecimientos como Home Depot, Lowes y otros que han desarrollado un poder comprador muy significativo. Ellos han logrado eliminar los intermediarios y compran productos primarios directamente de los productores primarios.

Al tratarse de productos primarios importados, el intermediario tiende a jugar un rol mucho más significativo. El importador, en representación del usuario doméstico, identifica y califica productores o exportadores extranjeros capaces de entregar los productos requeridos por uno o más clientes en las condiciones que éste especifica. Estos productos deben reunir las condiciones de secado, calidad, dimensiones, terminación, volúmenes requeridos, entregas periódicas y regulares, empaque, transporte y lugar de entrega especificadas por el importador. El importador, como agente del usuario o como comprador directo, es responsable por el control de estas variables.

En términos del exportador chileno, la identificación de un importador con base en EEUU es el primer paso a tomar en el proceso exportador.

## - Resultados de las Visitas a Empresas en Estados Unidos

Con el fin de identificar las mejores firmas a ser encuestadas, inicialmente se contactó a más de 150 empresas. La comunicación se estableció por fax, teléfono y correo electrónico con 43 de estas empresas.

Como resultado de las conversaciones sostenidas durante la primera selección de empresas y tomando en cuenta el deseo de incluir representantes de todos los sectores del sistema de distribución y fabricación de productos de la madera (incluyendo un representante del sector de venta al detalle), se visitó una empresa en el Estado de Washington, once en California, cuatro en Texas y cuatro en Carolina del Norte.

La información y datos detallados obtenidos durante las entrevistas, fue ingresada a una base de datos la cual está disponible en INFOR. En Apéndice N° 1 se presenta un resumen de los resultados más sobresalientes de las encuestas realizadas, clasificados por variable comercial de acuerdo a las pautas utilizadas.

### Mercado de Europa

Europa es un mercado netamente exportador de madera de coníferas, pero importador de madera latifoliada (sobre todo de África y del Sudeste Asiático).

Es necesario recordar que Europa no es un mercado carente de madera doméstica. Al contrario, el continente europeo produce grandes cantidades de madera para exportación.

**Cuadro N° 2**  
**PRODUCCION, IMPORTACION Y EXPORTACION EUROPA**

2001	Madera aserrada coníferas (millones m <sup>3</sup> )	Madera aserrada latifoliadas (millones m <sup>3</sup> )
Europa producción	92	16
Europa importación	37	9
Europa exportación	40	5
Consumo	89	20

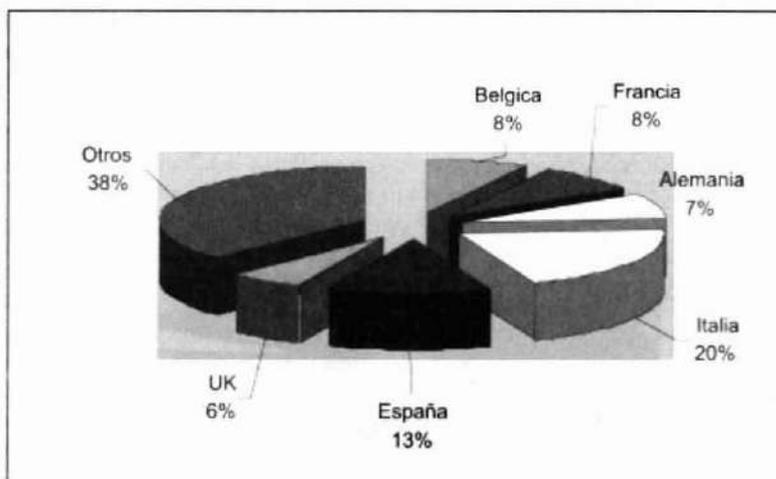
(Fuente: FAO, 2002)

En Europa, las importaciones de tabloncillos de madera latifoliada han subido constantemente desde 1996 hasta 2001, pasando de 5,5 millones de metros cúbicos a casi 10 millones (FAO, 2002). En 2003 se esperaba una caída leve de las importaciones, pero en general la demanda queda alta (Gardino, 2003). Los sectores de más consumo son los del mueble, los del embalaje y los de los pisos de madera.

Italia es sin duda el mayor importador de tabloncillos de madera latifoliada, gracias a su considerable industria del mueble.

En el pasado, Italia ha representado hasta el 25% de las importaciones europeas. La crisis actual de los gastos y, en particular, en la industria del mueble, ha reducido las importaciones, pero la tendencia futura es que volverá a subir.

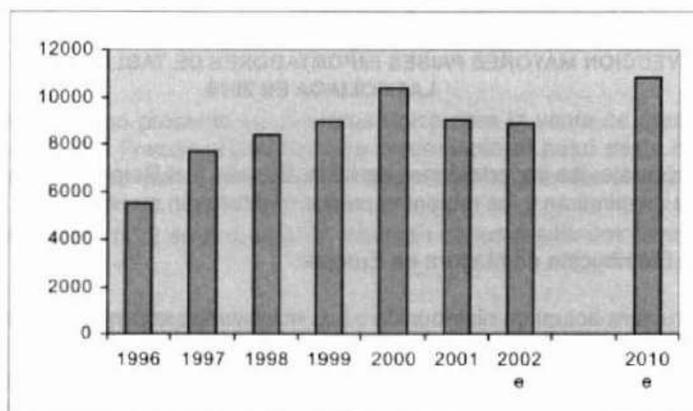
España e Italia son los mayores importadores de tablones de madera latifoliada en Europa (el 20% y el 13% de la importación europea, respectivamente).



(Fuente: FAO, 2000)

Figura Nº 1

#### MAYORES PAISES EUROPEOS IMPORTADORES DE TABLONES DE MADERA LATIFOLIADA



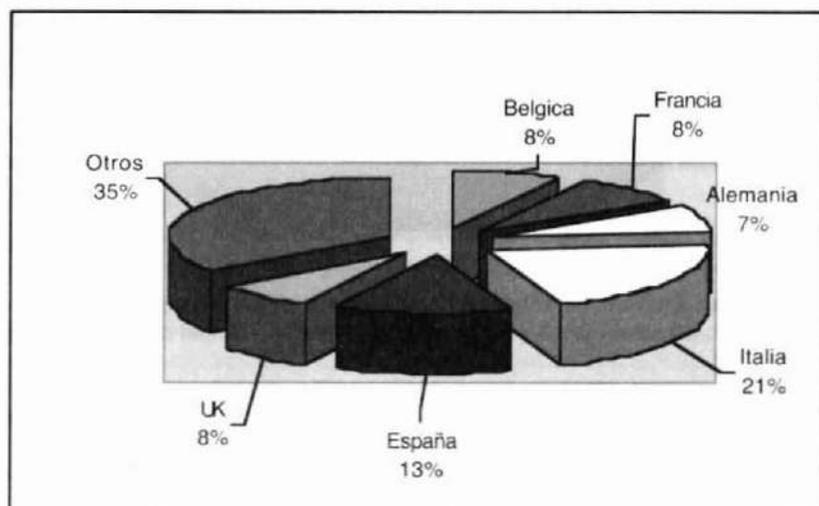
(Fuente: Gardino, 2003)

Figura Nº 2

#### PREVISION IMPORTACIONES DE TABLONES DE MADERA LATIFOLIADA EN EUROPA (m³ \* 10³)

Alemania es un país importador de menores dimensiones, que usa buenas cantidades de haya y muchos tableros alistonados.

Los países que actualmente importan se mantendrán como los mayores importadores y, en algunos casos, su importancia relativa aumentará ulteriormente.



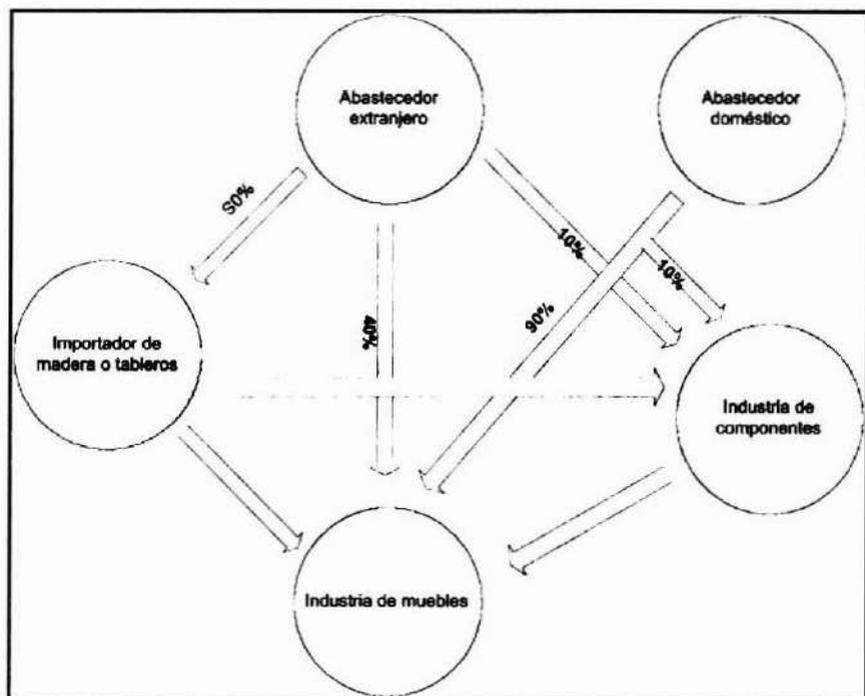
(Fuente Gardino, 2003)

**Figura N° 3**  
**PROYECCION MAYORES PAISES IMPORTADORES DE TABLONES DE MADERA**  
**LATIFOLIADA EN 2010**

En porcentaje, las importaciones de Italia, España y el Reino Unido aumentarán, las de Alemania disminuirán y los restantes países mantendrán su nivel.

- El Sistema de Distribución de Madera en Europa

La estructura actual de distribución y sus magnitudes son indicadas en la Figura N° 4.



**Figura N° 4**  
**CANALES DE DISTRIBUCION EN EUROPA, MADERAS Y TABLEROS**

En la figura se presenta un esquema típico para la venta de madera aserrada y tableros en Italia. En Francia, Gran Bretaña o Alemania el peso de la industria de los componentes es mucho menor, mientras es mayor el de las grandes fábricas de muebles.

En Apéndice N° 2 se presenta un resumen de los resultados para el mercado de Europa.

## ANALISIS Y CONCLUSIONES

El estudio da una clara impresión del potencial de mercado de Estados Unidos y de Europa.

La madera de canelo, para ser utilizada principalmente en muebles y molduras especiales aprovechando sus buenas características estéticas y precios, perfectamente puede ser colocada en forma competitiva en el mercado internacional, quizás con más facilidad en Estados Unidos de Norteamérica que en Europa.

Ambas regiones son grandes mercados para las maderas latifoliadas. El potencial es muy grande, pero requiere productos muy específicos y a un precio competitivo, con dos o tres especies que ya tienen buena aceptación de los usuarios.

La base del éxito en el mercado estará en las entregas oportunas y en el envío de sólo las mejores calidades (dejando para una etapa posterior otras calidades). Se requiere de una gran acción de promoción, más allá de la que pudiera realizar cada empresa individual. La asociatividad de oferentes parece importante como una acción de lograr mejor posición competitiva. Las actividades de investigación aplicada deben orientarse a generar una oferta sostenible de materia prima de calidad, optimizando los procesos de transformación industrial y de manejo del bosque.

Las principales conclusiones y recomendaciones del estudio de mercado externo para madera de canelo se presentan a continuación, primero las relativas a Estados Unidos y, luego, las que se refieren a Europa.

### **Mercado de Estados Unidos**

Estados Unidos es el mayor productor y consumidor de productos de madera en el mundo. También es el mayor importador y el segundo mayor exportador de productos forestales, incluyendo madera aserrada.

Existen buenas oportunidades de colocación de madera y productos de madera de canelo en EEUU.

California es la cuarta mayor economía del mundo y representa el mercado más grande para productos genéricos, mientras que industrias como las de gabinetes y muebles establecidas en Carolina del Norte podrían ofrecer nichos más específicos para partes y piezas elaboradas con precios más altos.

Los productos más deseados son la madera aserrada secada en hornos con un contenido de humedad entre 8 y 10%, ligeramente cepillada, con espesores, anchos y largos variables. También se busca el "blank" apto para la fabricación de molduras. El contenido de humedad debe ser entre 8 y 10%, nunca más de 12%. Por último, se constató interés por tablero contrachapado de diversos espesores, calidad C o CC, con una o dos caras lijadas. También hay nichos de fuerte demanda para productos especiales, como marcos para pizarrón, puertas de seguridad infantil, piezas torneadas, tarugos, etc.

Se determinó que, en términos de las reglas de la National Hardwood Lumber Association (NHLA), las calidades más deseables para madera aserrada son FAS (una calidad en gran medida libre de defectos), y 1 Común y 2 Común (que aceptan ciertos defectos). Los embarques se podrían hacer incluyendo volúmenes mezclados de las tres calidades, siempre y cuando la participación de las dos mejores no baje de una proporción mínima.

Inicialmente, los distribuidores mayoristas representarían el principal sector comprador de productos sólidos de madera. Una vez establecidos los productos en el

mercado, podría considerarse la venta directa a establecimientos minoristas, como por ejemplo las cadenas Home Depot y Kmart.

Numerosos importadores y distribuidores indicaron la necesidad de entregar la madera certificada ambientalmente por el Forest Stewardship Council (FSC) o equivalente.

El canelo tendría que competir con maderas duras (latifoliadas) nacionales e importadas de menor precio relativo, como el aliso, haya europea, abedul, acer, álamo, falcata y oukomé.

El rango de precios varía para diferentes categorías y calidades de productos. A modo referencial, el precio para madera aserrada se estimó en US\$ 1,50 – 2,00 por pie maderero calidad FAS puesto en el patio de acopio del importador. Para "blanks" destinados a la confección de molduras decorativas, el precio sería de US\$ 1,80 – 2,20 el pie maderero FAS, y para "blanks" destinados a la confección de molduras pintadas (con y sin finger-joint) el precio sería de US\$ 1 – 1,20 el pie maderero de calidad indeterminada pero sin defectos visibles. El tablero contrachapado para revestimiento interior y uso estructural/decorativo en gabinetes y muebles, estimó en US\$ 2,30 a 2,60 el pie cuadrado de 1/4" clase C.

El costo de transporte marítimo es un factor crítico que incide fuertemente en la posibilidad de entregar un producto a precios competitivos. Este servicio desde puerto en Concepción a Long Beach, Los Ángeles se estima en US\$ 120 por m<sup>3</sup> en contenedor y US\$ 65 por m<sup>3</sup> en paquetes («break bulk packages»). Las comisiones de los importadores, comúnmente, varían entre 3 y 6% calculadas sobre el precio FOB o CIF dependiendo de la competitividad del producto, monto vendido, potencial de ventas a futuro, etc. El precio de venta de los distribuidores es de 4 – 6% sobre el costo de compra puesto patio.

La madera de Chile entra libre de aranceles de aduana a Estados Unidos.

## Mercado Europeo

Europa es un gran importador de maderas duras y se estima que presentará una demanda creciente para los próximos años. Los países más prometedores son los analizados: Alemania, Italia y España. Hay otros países que pueden tener un futuro potencial, como Portugal, Francia y el Reino Unido.

Italianos y españoles, que hacen negocios forestales con Chile, están bastante dispuestos a hacer pruebas de compras de canelo.

Los sectores con mayor interés para canelo son las empresas productoras de muebles, valorando principalmente su apariencia. También constituye un sector relevante el de los distribuidores. Para pisos, utensilios, molduras especiales hay dudas, por lo liviano de la madera y su poca dureza. El sector molduras es interesante, siempre y cuando se asegure una madera dimensionalmente estable y largos de 2,5 metros y más. La industria europea de los tableros busca constantemente tableros de bajo peso, aspecto importante de explorar



con canelo. También, aunque más pequeño, se encuentra el mercado para tableros enlistonados, sobre todo en Alemania.

En el corto plazo, el producto más vendible es la madera aserrada cepillada y seca.

El color de la madera de canelo tiene buena aceptación, con la exigencia que debe ser homogéneo. En caso contrario, la recomendación es vaporizar o clasificar la madera por color.

Las empresas de distribución (importadores, almacenes madereros, agentes de venta) se mostraron cautas; hay algún interés por el canelo, pero hay preocupación por la distancia de Chile y por la necesidad de promocionar una especie maderera que es enteramente desconocida.

Las medidas usadas por los fabricantes de muebles son muy variadas. Todos los espesores son usados, especialmente los espesores delgados, como los de 25 mm o 32 mm. Respecto de los largos, a menudo toleran buenos porcentajes de mercancía corta. Por el contrario, muy pocas empresas aceptan madera con uniones dentadas. En general, las medidas usadas por los fabricantes de sillas son mucho más gruesas (40-50-60 mm). Los fabricantes de escaleras, usualmente, piden espesores de 40 mm y compran casi toda la mercancía empalmada y encolada.

Casi todos adquieren sólo madera seca en horno, generalmente con contenido de humedad entre 8 y 10 por ciento.

Los canales de distribución cambian según el país, el sector en el cual se venda y el producto. Es importante conocer y respetar los canales de distribución. Para canelo, se estima como lo más conveniente las dos opciones siguientes: a) Importadores especializados en madera latifoliada destinada a las fábricas de muebles y b) Tableros enlistonados y componentes directos a las fabricas de muebles.

En Italia, en general, no hay interés respecto a la certificación. En España hay más interés, pero la certificación no se ve como una necesidad. En Alemania hay una atención mayor, pero también en este país la certificación no es una condición absoluta. Si el procedimiento de certificación no es demasiado complejo, será preferible certificar a fin de facilitar las ventas.

Se recomienda clasificar la madera de canelo según las reglas de la National Hardwood Lumber Association (NHLA) de los EEUU y dentro de éstas las mejores calidades.

Los precios de referencia para el canelo son los de la haya. Se ha indicado que, para una fase de introducción, el precio estimado oscilará entre los € 210 y los € 280 por metro cúbico libre cliente final para madera aserrada seca. Se recuerda que la haya se vende en medidas muy apreciadas por el mercado, en gruesos y anchos ideales (por ejemplo 47 o 57 x 150/160 mm y más, o semejantes).

Los fabricantes de muebles usan maderas económicas (haya) y también muy caras (cerezo, arce, etc). En este sector el posible precio de venta está basado en el valor de la haya, € 250 – 400 por metro cúbico (tablones secos o verdes libre cliente). Ciertamente, los fabricantes de muebles pueden pagar precios mucho más altos. La motivación de compra no está influenciada mayormente por el factor precio sino, sobre todo, por factores estéticos, por lo cual si un fabricante de muebles decidiese hacer una serie de muebles de canelo, podría pagar por esta madera un precio incluso notablemente superior al de la haya.

El costo del transporte de Chile a Europa es de € 40/45 / m3 y hasta el cliente final es de € 70/75 / m3, aproximadamente.

No se ha comprobado aranceles específicos o barreras para la venta de madera de Chile a Europa.

## REFERENCIAS

**FAO, 2000.** Anuario de Productos Forestales. Roma, Italia, 445 páginas.

**FAO, 2002.** Anuario de Productos Forestales, Roma, Italia, 458 páginas.

**Gardino, P., 2003.** Posibilidad de Venta del Canelo en Europa. Estudio subcontratado por INFOR, Chile. Génova, Junio 2003. 168 páginas. Extracto publicado en INFOR, Informe Técnico 167, 2004.

**Casasempere, A., Cartwright D., 2003.** Estudio de Mercado en EEUU para Madera de Canelo, 2003. Grypshon Resource Consultants Ltd. Estudio Subcontrado por el Instituto Forestal. Vancouver, Canada, 2003. 188 páginas. Extracto publicado en INFOR, Informe Técnico 167, 2004.

## APENDICE N° 1

**PRINCIPALES RESULTADOS DE LAS VISITAS A EMPRESAS EN EEUU**  
 (Junio 2003)

Producto	Calidad	Dimensiones	Otras Condiciones	Uso Final	Rango de Precio (US\$)	Otros Comentarios
Madera aserrada	Usualmente FAS 1 Common 2 Common Select & Better ocasionalmente También Shop una calidad no de la NHLA y de uso común	Largos variables (random), 6 - 16 o 18 Espesor típico 4:4 también 5/4, 5/4 y 8/4 Anchos variables 4 6, 8 y 10 Mientras más ancho mejor	Madera seca en horno a 8-10% de humedad, nunca más de 12%. Lo más estabilizada y distensionada posible. Plana en bruto o ligeramente cepillada Embarque mín. 1 contenedor de 40	Interiores revestimientos decorativo, molduras, marcos de puertas y ventanas, gabinetes, muebles, marcos para cuadros, productos especiales, casas prefabricadas	1.50 - 2.00/pe maderero calidad FAS entregado distrib. 15- 20% menos para 1 Common. 30% menos para 2 Common. Margen de venta por el distribuidor 4-6%	Venta en competencia con alto haye, acer abedul, osuomé y otras. Requería de madera terciada para abastecer uso en gabinetes y muebles. Demanda blanda para uso en pisos. Madera seleccionada por color (abura y duramen) El color rojo podría recibir sobrepeso de 10- 20% Producto debe ser certificado por el FSC o equivalente.
"Blanks" para Molduras decorativas	FAS	Listones simplemente escuadrados, de dimensiones levemente superiores a las molduras También dimensiones múltiplos de las unidades No se acepta finger-joint	Madera seca en horno de 8 a 10% de humedad, nunca más de 12%. Otras similares a madera aserrada	Uso decorativo interior en paredes, marcos y listones para gabinetes y estantes.	1.80-2.00/pe mad Entregado distrib.	Producto debe ser certificado por el FSC o equivalente
"Blanks" para molduras pintadas	1 y 2 Common, usual Otra inferiores también	Listones simplemente escuadrados, de dimensiones levemente superiores a las molduras También dimensiones múltiplos de las unidades Puede ser finger-joint	Madera seca en horno de 8 a 10% de humedad, nunca más de 12%. Otras similares a madera aserrada	Uso pintado interno en paredes, marcos, listones para gabinetes y estantes.	1.00-1.20/pe mad pintado cualquier calidad sin defectos a la vista	Producto debe ser bien dimensionado, separado por color y certificado por el FSC o equivalente.
Producto	Calidad	Dimensiones	Otras Condiciones	Uso Final	Rango de Precio (US\$)	Otros Comentarios
Madera terciada	C	4 x 8	Tablero a 10% de humedad. Lina cara lijada o de acuerdo a las reglas de la NHLA	Revestimientos int. gabinetes, muebles	2.30-2.60/pe cuadrado de ... También se indica un valor de 0.35- 0.70/pe mad. Comisión del importador, 3-6%.	Producto debe ser certificado por el FSC o equivalente.
<b>Productos especiales</b>						
Marcos para puzarrón	Madera libre de defectos y sin finger- joint	Listones de 1-4" de largo con perfiles específicos	Madera seca en horno a 8-10% de humedad, nunca más de 10%	Marcos para puzarrones de ofiño	500-510m <sup>3</sup> FOB puerto chileno	Se requieren para comenzar dos contenedores (de 40 pies) por mes. Comprador DLH Nordisk Inc
Puertas de seguridad	FAS	Paquetes de componentes de puertas de 36 piezas Las piezas son de diferentes dimensiones perm promedian ... x hasta 3' de largo	Madera seca en horno a 8-10% de humedad, nunca más de 10%	Puertas de seguridad para controlar el paso de bebés	650m <sup>3</sup> CIF planta del fabricante en MT Sterling KY	Se requiere 1 contenedor de 40' cada 45 días, con una capacidad aprox. de 6.200 paquetes de componentes
<b>Otros Parámetros</b>						
**Transporte**	[Se estiman costos de transporte marítimo de Concepción al Puerto de Long Beach, California, de US\$120/m <sup>3</sup> descargado al contenedor y de US\$65/m <sup>3</sup> descargado en paquetes "Break Bulk", todos los costos incluidos]					
**Vaporización**	[Un proceso al que se somete a la madera (como la haya Europea) después de aserrada para uniformar su color (entre duramen y abura). Sería de interés investigar la reacción del canalo a este proceso con el propósito de mejorar su apariencia]					
**Demanda Total Inicial**	[Más que suficiente. Sumados todos los nichos de productos se estima capaz de absorber la producción de 3-4 grandes complejos industriales de madera terciada y aserrada. En este sentido la demanda en EE.UU. tendría una naturaleza elástica con respecto a la oferta que pudiera hacer Chile. Es decir su oferta no impactaría significativamente en el precio recibido]					
**Relación con Distribuidor**	[El distribuidor buscaría una relación exclusiva con el productor en Chile (para un área específica), para justificar su inversión en promocionar al canelo como una marca registrada específica y novedosa]					

## APENDICE N° 2

### Principales Resultados de las Visitas a Empresas en Europa

Alemania	Especies compradas usualmente	Color y peso	Posibilidades de trabajar el canelo	Opinión global	Productos comprados usualmente	Competencia	Interés en certificación	Precios
<b>Sector mueble</b>	Haya, red alder, maple, abedul	El color es considerado positivo, aunque quizás demasiado rojo. El peso lo consideran algo ligero.	No se han recibido comentarios	Positiva. Están dispuestos a realizar pequeñas o medianas compras con canelo	Tablones, tableros alistonados (18/25 x 700/1600 x 2300/2500 y 18/25/50 x 1600 x 4000 mm) y productos semi acabados	haya y en medida menor con el red alder y el tulipier	Si, FSC	€ 570/m <sup>3</sup> (red alder empalmados) € 800/900 (liston entero) y € 1000/ m <sup>3</sup> (haya)
<b>Sector sillas</b>	Haya, roble, maple, cerezo	El color y el peso son considerados positivos	Juicio positivo	Juicio positivo			No hay interés	
<b>Pisos de madera</b>	Roble, abedul, haya, especies tropicales	Color, bueno y peso livano	Demasiado blando	Una empresa da juicio positivo y otra no	Frisas para parquet, tarima flotante acabada, chapa. Suelos acabados 14 x 122 x 2500/2700 mm	Haya	Algunos muestran interés.	
<b>Distribuidores</b>	Haya, roble, abedul y muchas otras	Color positivo y peso como el de haya o el maple	Posibilidad de comprar mercancía empalmada o encolada	Disponibilidad a efectuar una prueba con esta especie maderera	Todos los productos, tablones, semi acabados, tableros. Se preferían los tableros. Medidas análogas a Haya: 18/20/40 mm x diferentes anchos y largos.	Haya y maple	Algunos muestran interés	€ 250 por m <sup>3</sup> (haya no canteados)

España	Especies compradas usualmente	Color y peso	Possibilidades de trabajar el canelo	Opinión global	Mercancía comprada usualmente	Competencia	Interés en certificación	Precios
Distribuidores	Todo tipo de producto maderero.	Color oscuro causa problemas y el peso demasiado liviano	Parece buena, pero alguien sugiere que quizás se fuerza	En general no es demasiado positivo, aunque no sea enteramente negativo.	Tableros alistonados. 8/25/30/40/50 y hasta los 100 mm. Largos sobre los 2,5 m.	Plátano y haya.	Moderado.	€ 1700/m <sup>3</sup> (alistonados haya)
Mangos para utensilios	Haya, eucalipto, guatambu, fresno	Color bonito y peso liviano.	Debe ser dúctil al tomo.	Posiblemente negativo, por su baja densidad	Elementos con medidas fijas. 47x47x800/900/1000 y 42x42x800/900/1000/1200 mm. brutos	Eucaliptos	No.	€ 250 / m <sup>3</sup> (eucalipto)
Muebles y puertas para muebles	Haya, roble, castaño, pino, iroko, acacia, maple, cerezo	Color negativo (oscuro y vetas negras) y peso liviano.	Hay reacciones, mayormente positivas	En general es bastante negativa. La moda pide maderas claras.	En general tablones brutos secos. Largos limitados. 750-1500 mm	Cerezo, haya, abedul, roble, tuliper.	Si señalan que es interesante.	€ 630 / m <sup>3</sup> (tablones haya)
Fabricantes de sillas	Haya, un poco de roble, pino	Color demasiado oscuro y peso parece ligero	Si, por pequeñas cantidades para hacer elementos laterales de las sillas.	Dudas. Se teme que no resista.	Compran elementos acabados para sillas. Tableros para mesas de 80 x 160, 90x90, 90x200 cm	Haya y maple	Elevado interés	
Pisos de madera	Haya, roble, jatoba y otras	Color bonito, pero oscuro. Peso, juicio positivo	Poca disponibilidad	Algunos lo consideran adecuado.	Chapa y tablones. 27/30x60/80x150-500-520-1030 mm	Cerezo y roble	Lo consideran importante	€ 390-420 (parquet roble)

Italia	Especies compradas usualmente	Color y peso	Posibilidades de trabajar el coneto	Opinión global	Mercancía comprada usualmente	Competencia	Interés en certificación	Precios
Artículos caseros y mangos de madera	Haya	Color positivo y peso aceptable	Juicio positivo. Hay posibilidad si el precio es conveniente.	Buena	Tablones y semi acabados con medidas fijas. Gruesos 50/60 mm largos de 2,50 m en adelante.	Maderas rojas africanas, ramín, haya.	No.	
Escaleras de madera	Haya, abeto	Color demasiado oscuro y rojo y peso positivo.	Hay opiniones positivas y negativas.	Bastante negativa	Acabados empalmados y encolados. 40-42 x 650-1000-1300 x 700-1000-1700 mm	Haya, cerezo y abeto	No.	€ 450 (haya)
Pisos de madera	Roble, cerezo, haya, fresno, teca, doussie, afromosa	Color, juicio positivo, pero el peso no va bien.	No hay posibilidad.	Negativa	Tablitas para parquet semi acabadas y no secadas. 10-14-22 x 50-60-70 x 150-200-300-350 mm.	Haya y roble	No.	
Muebles, puertas y partes	Haya, roble, nogal, fresno, cerezo, álamo, tulpiér, red alder, castaño	Color interesante y peso positivo.	Parece buena	En general es positiva	Tablones y semi acabados. 4/4 e 5/4". Anchos. sobre 2,5". Largos Desde 350-400 mm que de 1900 mm.	Ramín, haya vaporizada, tulpiér	Hay interés, pero no hay demanda.	€ 350/400 (tablones haya). € 450/500 (tablones tulpiér)
Fabricantes de sillas	Haya, roble y pino	Color oscuro pero bien y peso liviano	Es importante la resistencia y la posibilidad de encurvar los elementos	Inadecuado por el color y la baja resistencia	Semi acabados con medidas fijas y pequeñas cantidades de tablones (25-32-38-50 y 60 mm). Largos 400-450-1100 mm	Haya	No	€ 600-700 (haya)
Distribuidores	Todas las especies madereras	Juicio positivo y peso liviano.	Si, aunque las muestran parecen bastante nerviosas.	Utilizable en puertas si hay largos adecuados.	En general tablones brutos. Grueso de 1" a 2". Largo desde los 2,50 m	Haya, bahia	No.	



---

# CARACTERIZACION AMBIENTAL Y PRODUCTIVA DE RODALES FORESTALES DE CASTAÑO EN CHILE

Susana Benedetti, Jaime Saavedra<sup>1</sup>

## RESUMEN

El interés de pequeños y medianos propietarios por opciones forestales rentables, que no requieran grandes superficies y que ofrezcan diversos productos, junto a los antecedentes del potencial productivo y económico de Castaño (*Castanea sativa*) en Chile y el fomento a la diversificación forestal, posicionan a la especie como una alternativa real de inversión.

Castaño puede crecer en distintas zonas entre las regiones VII del Maule a X de Los Lagos, en sitios que presenten condiciones de suelo y clima aptos a la especie. Las regiones X de los Lagos y IX de La Araucanía son las que presenta las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de plantaciones forestales de castaño y, si bien existen plantaciones desde la VII a la X Regiones, es la Región de Los Lagos, la que concentra la mayor cantidad de plantaciones y de mayores edades, entre 15 a 25 años. El análisis de estas plantaciones generará los antecedentes que permitirán orientar decisiones de plantación y manejo con mayor precisión. Este estudio presenta el análisis y caracterización realizado en siete rodales de castaño de edades entre 10 y 28 años, ubicados entre la VII Región del Maule a la X Región de Los Lagos, sobre características ambientales, dasométricas, de forma y sanidad de asociación vegetacional.

**Palabras clave:** *Castanea sativa*, variables ambientales, variables dendrométricas.

---

<sup>1</sup> Susana Benedetti (sbenedet@infor.cl), Instituto de Investigación Forestal. INFOR. Huérfanos 554, Santiago, Chile. Jaime Saavedra (jsingfor@yahoo.com), consultor privado.

---

## SUMMARY

Small and medium landowners in Chile are interested in profitable forest activities that do not require large extend of land and at the same time would be able to offer different products. Besides that, according to the references, Chestnut tree (*Castanea sativa*) growing in Chile has an wide productive and economic potential, and also the species is included in the National Forest Diversification Program, becoming a real investment option.

Chestnut tree may grow at different zones from Maule (7<sup>a</sup> administrative region) to Los Lagos (10<sup>a</sup> administrative region) where site conditions (soil and climate) allow it. Administrative regions 9<sup>a</sup> and 10<sup>a</sup> present the best growing conditions to establishment of forest plantation, even though plantations are distributed from VII to X Regions. The X Region concentrates the larger amount of forest plantations and also the older ones (15 to 40 years old). The analysis of these plantations is the base for orienting decisions of plantation and forest management more accurately. This study presents the results of analyzing and characterizing seven chestnut plantations located between VII to X Regions with ages from 10 to 28 years old. The variables evaluated are environmental characteristics, biometric, shape, sanitary status and vegetational association.

**Key words:** *Castanea sativa*, environmental variables, tree variables

## INTRODUCCION

El atractivo de castaño como opción forestal para pequeños y medianos propietarios radica en su característica de especie multipropósito, productora de madera de alto valor y de frutos, estos últimos son anuales y representan una vía de ingresos periódicos en espera del ciclo de cosecha de la madera. Otra característica de interés para los propietarios es la capacidad de rebrote y el vigor del castaño, lo que permite un manejo sostenido en el tiempo.

Los antecedentes sobre la adaptación y desarrollo de la especie en Chile, permitieron además la incorporación de castaño en la política de fomento forestal, un elemento importante para cualquier propietario al momento de decidir la inversión en plantaciones forestales.

En este contexto el presente trabajo analiza las condiciones de sitio, de crecimiento y de sanidad de siete rodales de castaño existentes en el área definida como potencial para el desarrollo de plantaciones forestales de la especie en Chile, distribuidos entre la VII y X Regiones, abarcando una amplia área geográfica y por tanto una variedad de condiciones ambientales.

## OBJETIVOS

Caracterizar las estaciones ecológicas y la adaptación y crecimiento de rodales de castaño, distribuidos en la zona potencial determinada para plantaciones de la especie en Chile, a fin de precisar las condiciones ambientales y de desarrollo que permitan orientar el manejo orientado a la producción de madera de alto valor.

## ANTECEDENTES GENERALES

Castaño, de nombre científico *Castanea sativa* Miller, pertenece a la familia *Fagaceae* y al género *Castanea*. Este género está compuesto por 13 especies originarias de las regiones templadas del hemisferio norte, entre las cuales *Castanea sativa* es la única presente en Europa, distribuida en Turquía, Grecia, Italia, Francia, España y Portugal. Cinco son originarias del Asia oriental (*C. mollissima*, *C. crenata*, *C. henryi*, *C. segunii* y *C. davidii*) y siete de Norteamérica (*C. dentata*, *C. ozarkensis*, *C. ashei*, *C. paucispina*, *C. pumila*, *C. floridiana* y *C. alnifolia*) (Berrocal, et al., 1998).

Castaño (*Castanea sativa*) es un árbol caduco y longevo, capaz de alcanzar entre 20 y 30 metros de altura. Su sistema radicular es profundizador, robusto y extendido, lo que favorece el suministro de agua y nutrientes al árbol. Posee alta capacidad para rebrotar, tanto de tocón como de raíz, por lo que tiende a formar masas puras (Berrocal et al, 1998).

En cuanto a sus requerimientos ecológicos, necesita un mínimo de cinco meses de temperatura media superior a los 10°C (Medel, 1986) y temperaturas medias anuales de 8 ° a 15 ° C (Bagnaresi, 1986; Sudzuki, 1983 cit. por Loewe et al. 1994). Requiere de una precipitación media anual mínima de 700 mm. (Bagnaresi, 1986; Bourgeois, 1992), suelos profundos (Bourgeois, 1992), desde 60 a 150 cm, texturas medias a livianas, buen drenaje y no son recomendables pH superiores a 6,5, debido a que ocasionan problemas de clorosis (Bourgeois, 1992). Crece bien en un amplio espectro de altitud, desde 0 a 1000 msnm.



El crecimiento del Castaño en las plantaciones forestales existentes en Chile logra incrementos diamétricos mayores a 1 cm por año. Los individuos presentan excelente forma y vigor, clara dominancia apical, buena poda natural y buenas condiciones sanitarias. La superficie potencial de cultivo entre la VII y X Regiones supera los 2 millones de hectáreas cuando crece sin riego y es mayor a los 3 millones cuando se cultiva en suelos regables (Benedetti y Subiri, 2000). A estas ventajas comparativas respecto a muchas especies que crecen en Chile se agrega que a nivel mundial su madera es reconocida por su versatilidad, color claro y uniforme y su marcada veta, lo que le confiere un aspecto superficial muy agradable. Presenta alta durabilidad natural y buena resistencia mecánica, con características muy parecidas a las del lingue (*Persea lingue*) del bosque nativo chileno, por lo que se puede utilizar para carpintería y fabricación de muebles, puertas, ventanas, escaleras, pisos o parquet, chapas y revestimientos interiores. Todo lo anterior se debe a la buena trabajabilidad de su madera, se la puede tornear, cilindrar, taladrar, cepillar y lijar sin problemas. En aserrio alcanza rendimientos volumétricos de 50 a 60 % y se deja secar bien, especialmente si previo al secado artificial se le somete a un secado natural hasta un contenido de humedad cercano al 50% (Zanuttini y Cielo, 1996; Cabrera, 1998; Juacida et al, 1999).

Desde el punto de vista de plagas y enfermedades la especie es susceptible al ataque de diversos patógenos entre los que destacan la enfermedad de la tinta (*Phytophthora cinnamoni*) y el cancro o cáncer bacteriano (*Endothia parasitica*), responsables este último de ocasionar fuertes ataques a los castañares de Europa y Norteamérica. En Chile no está presente este último patógeno y si bien hay presencia de *Phytophthora*, no se ha apreciado a la fecha un daño importante causado por este hongo.

Otro defecto común en bosques de Castaño en Europa, que tampoco se ha apreciado en Chile es la acebolladura de la madera. Esta se manifiesta como un agrietamiento entre anillos de crecimiento ya sea en una parte del perímetro del fuste o, en el caso más grave, en la circunferencia completa, lo que genera la separación del tronco (Macchioni y Pividori, 1996; Amorini et al, 1997).

Lo que sí ataca a Castaño en Chile, al igual que a otras especies como *Eucalyptus nitens*, *E. globulus*, algunas especies nativas y también a huertos frutales, es la chicharra (*Tettigades chilensis*). En este caso, las plantaciones juveniles no lignificadas son altamente vulnerables ya que la hembra pone los huevos en los tejidos blandos y succulentos, provocando daños por deformaciones y, en algunos casos, pérdidas por mortalidad. Sin embargo, en general, los daños provocados no son significativos desde el punto de vista productivo (Parra y González, 1998).

En relación al mercado de la madera, el mercado de Europa es el más desarrollado. El mercado nacional se caracteriza por la estrechez e irregularidad de la oferta, demanda insatisfecha y la aceptación del producto por parte de la industria transformadora y consumidores finales.

Los principales productores de madera de Castaño se encuentran en Francia, Italia y Grecia. Francia es el principal proveedor de revestimientos de madera, parquet y contrachapados de Castaño para Bélgica, Holanda y Alemania. Del mismo modo, es el

principal proveedor de madera aserrada y en trozos para Portugal (50.000 t/año), Italia (43.000 t/año) y España (15.000 t/año). Italia es el segundo productor de madera de Castaño de la Comunidad Económica Europea, con una cosecha anual aproximada de 900.000 m<sup>3</sup>. Además de importar madera, exporta tableros tipo placa carpintera, puertas de cocina y amoblados en general.

En cuanto a precios, en Francia la materia prima para el foliado (2 m de largo, 35 - 40 cm de diámetro) se transa a valores entre 274 y 438 US \$/m<sup>3</sup>; trozas para muebles con diámetros mayores a 30 cm, alcanzan los US \$ 110/m<sup>3</sup> a orilla de camino; con diámetro menor a 18 cm y largo entre 2,2 y 3,0 m, US \$ 70/m<sup>3</sup>. Por último, trozas de 10 cm de diámetro y 1,1 m de largo, utilizados para la confección de parquet, alcanzan precios de US \$ 24/m<sup>3</sup> (Centre Regional de la Propriete Forestiere, 1995, citado por Cabrera, 1998). En Chile, el Castaño es utilizado para aserrijo y su uso final es la industria del mueble, siendo sus precios comparativamente altos en relación con otras maderas que se comercializan en el país (Benedetti y Saavedra, 2003).

Finalmente, el cultivo forestal de la especie en Chile permite obtener a la cosecha importantes ingresos por su madera, que se destina a abastecer un mercado en actividad a pesar de las restricciones impuestas por la heterogeneidad

## MATERIAL Y METODO

Se seleccionó 7 rodales de castaño en el área en que existen en Chile plantaciones con objetivos de producción forestal. Cada rodal se caracterizó en base a las siguientes variables:

- Variables Ubicación: altitud, coordenadas geográficas, exposición, pendiente.
- Variables climáticas: distrito agroclimático, temperatura media anual, temperatura media máxima, temperatura media mínima, precipitación media anual, heladas, meses no húmedos y/o secos.
- Variables edáficas: profundidad, pedregosidad, textura, horizonte orgánico, densidad aparente, estructura, macro y microelementos, pH, capacidad de intercambio catiónico.
- Variables dasométricas, de sanidad y de forma: Diámetro a la altura del pecho (DAP), dominancia, altura de individuos dominantes y codominantes, cobertura de copa, sanidad, rectitud, presencia de flechas.

Para rectitud se definió tres criterios: 1: bueno; 2: regular; 3: malo

Para dominancia se definió cuatro criterios: 1: dominante; 2: codominante; 3: intermedio y 4: suprimido.

Para flecha se utilizó dos criterios: 1: presenta dos o más flechas; 0: no presenta flechas.

Para la variable sanidad se consideró daño mecánico, presencia de hongos, daño de insectos y tres criterios: 1: sano; 2: regular; 3: malo

Para cobertura de copa se empleó 4 rangos: 0-25 %; 25-50%; 50-75; 75-100%



Conjuntamente a lo anterior se describió la vegetación acompañante identificando las principales especies. La identificación de cada rodal se presenta en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1**  
**IDENTIFICACIÓN DE RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Región	Provincia	Zona	Año de plantación
Alupenhue	VII	Cunco	Precordillera	1998
Lanahue	VIII	Arauco	Costa	1979
Santa Luisa	IX	Malleco	Precordillera	1980
Las Minas	X	Valdivia	Costa	1978
Pillo Pillo	X	Valdivia	Costa	1980
Pumillahue	X	Valdivia	Valle Central	1982
San Pedro	X	Valdivia	Valle Central	1980

Para la definición de las variables de ubicación se visitó cada uno de los rodales y se midió en terreno con GPS las coordenadas geográficas, la altitud y la exposición, para la medición de la pendiente se utilizó un clinómetro.

Para las variables edáficas se realizó una calicata en cada lugar, en terreno se midió profundidad, pedregosidad, altura de litera, profundidad del horizonte orgánico. Para el análisis físico se extrajo una muestra de la calicata, un pan de 40\*40\*40 cm. para la definición de la estructura del suelo, para la densidad aparente se extrajó tres muestras de los primeros 30 cm del perfil de la calicata. El análisis químico se realizó en muestras tomadas con barreno a 60 cm de profundidad en tres puntos del rodal.

En el caso de las variables dasométricas y de forma, en cada rodal se definió una parcela circular de 200 m<sup>2</sup>, a todos los individuos de la parcela se les midió directamente en terreno DAP, rectitud y flecha, a cada individuo además se le evaluó la sanidad. Para la altura se consideró 6 árboles de los estratos dominantes y codominantes a los cuales se les midió altura total con un hipsómetro.

Posteriormente esta información se traspasó a una ficha por rodal acompañada por el análisis de suelo correspondiente, con las cuales se realizó el análisis de resultados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los rodales de castaño estudiados, como muestra el Cuadro N° 2, se localizan en altitudes entre los 44 y 721 msnm y entre 0 y 18 % de pendiente. En cuanto a exposición se presentan en distintas situaciones, no siendo esta variable una limitante para su establecimiento. Estas características son concordantes con lo que señala la bibliografía respecto a la especie.

**Cuadro N° 2**  
**VARIABLES DE UBICACION DE LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Región	Coordenada Geográfica	Año de plantación	Altitud (msnm)	Exposición	Pendiente (%)
Alupenhue	VII	35° 14' 43,77" S, 71° 5' 7,69" O	1998	554	Extendida, Sur	0 - 5
Lanahue	VIII	37° 54' 52,45" S, 73° 22' 6,38" O	1979	260	Sur	18
Santa Luisa	IX	38° 4' 9,93" S, 71° 59' 57,56" O	1980	721	Extendida, Sur	4
Las Minas	X	39° 55' 16,89" S, 73° 13' 54,9" O	1978	58	Noreste	14
Pilo Pilo	X	39° 52' 27,41" S, 73° 06' 59,48" O	1980	44	Sur	18
Pumillahue	X	39° 39' 10,52" S, 72° 46' 30" O	1982	155	Norte	4-10
San Pedro	X	39° 50' 25,83" S, 72° 49' 51,58" O	1980	45	Extendida, Norte	0-2

El tipo de clima y las principales variables climáticas se presentan en el Cuadro N° 3. Todos los rodales presentan temperatura media anual dentro del rango de temperatura media citada en la literatura para la especie, lo mismo ocurre con las temperaturas medias mínimas y máximas. Respecto a la precipitación media anual, también se presentan dentro de los requerimientos de castaño, con una gradiente de norte a sur de alrededor de 1000 mm. Esta diferencia de gradiente junto a los períodos secos, podría marcar una diferencia de crecimiento de las plantaciones dado que castaño tiene altas exigencias hídricas en los meses de verano, en este sentido los rodales de Alupenhue, Lanahue y Santa Luisa se podrían ver afectados en su desarrollo.

**Cuadro N° 3**  
**VARIABLES CLIMATICAS DE LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Tipo de Clima	T media anual	T máx. media	T mín. media	Meses secos y/o no húmedos	Pp media anual	Periodo libre de heladas
Alupenhue	Templado mesotermal inferior estenotermico mediterraneo subhumedo	12,3 °C	26,8 °C	4,2 °C	periodo seco de 5 meses	1315 mm	11 heladas por año
Lanahue	Templado mesotermal inferior estenotermico mediterraneo subhumedo	12,3 °C	22,8 °C	5,3 °C	periodo seco de 5 meses	1300 mm	4 heladas por año
Santa Luisa	Templado infratermal estenotermico, Mediterraneo subhumedo	10,9 °C	22,7 °C	4,9 °C	periodo seco de 3 meses	2058 mm	8 heladas por año
Las Minas	Marino Fresco, Tipo Agroclima Castro	10,49°C	19,4°C	3,2°C	Sin estación seca	1 942 mm	5 meses
Pilo Pilo	Marino Fresco, Tipo Agroclima Loncoche	12,5°C	27,1°C	3,3°C	Enero y Febrero no húmedos	2 139 mm	3 meses
Pumillahue	Marino Fresco, Tipo Agroclima Loncoche	12,5°C	27,1°C	3,3°C	Enero y Febrero no húmedos	2 139 mm	3 meses
San Pedro	Marino Fresco, Tipo agroclima Loncoche	12,5°C	27,1°C	3,3°C	Enero y Febrero no húmedos	2 139 mm	3 meses

En relación a las variables edáficas, en el Cuadro N° 4 se observa que todos los rodales se encuentran en condiciones edáficas similares, consideradas buenas y dentro de los parámetros que señala la literatura para la especie; suelos profundos, livianos y bien drenados; profundidad entre 50 a más de 1m, densidad aparente entre 0.42-0.8 g/cm<sup>3</sup>, y texturas francas, con presencia de horizonte orgánico y litera. Se escapa de estos parámetros el rodal San Pedro el que se localiza en un sitio de condiciones edáficas menos favorables; suelo poco profundo, textura pesada, denso y con poca capacidad de drenaje.

**Cuadro 4**  
**VARIABLES EDAFICAS FISICAS DE LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Profundidad del suelo (m)	Textura	Estructura	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Pedregosidad	Horizonte orgánico (mm)	Litera (cm)
Alupenhue	> 1	Franco-limosa	Grumosa-subpoliédrica	0.8	0-25	20	6
Lanahue	0.8	Franco-arcillosa	subpoliédrica	0.74	0-25	40	8
Santa Luisa	> 1	Franco-limosa	Grumosa-subpoliédrica	0.54	0-25	20	6
Las Minas	0.8	Franco-limosa	Grumosa-subpoliédrica	0.69	0-25	20	5
Pilo Pilo	> 1	Franco-limosa	Grumosa-subpoliédrica	0.59	0-25	15	5
Pumillahue	>1	Franco-limosa	Grumosa-subpoliédrica	0.42	0-25	30	5
San Pedro	< 0.5	Limo-arcillosa	Masiva (subpoliédrica)	1.16	50-75	10	5

Respecto al análisis químico se observa que todos los suelos de los rodales analizados presentan pH moderado, buena presencia de materia orgánica y que no son deficitarios en macrolementos, a excepción del Fósforo. Solo Alupenhue no presenta déficit de Fósforo, esto se explica debido a que el suelo de este rodal es de origen volcánico y corresponde a un suelo Tipo Trumao, que se caracteriza por fijar Fósforo, lo que no significa que este elemento esté disponible para las plantas. El rodal San Pedro es el único que podría ser considerado deficitario en macronutrientes, lo que se explicaría por ser el único que presenta una bajo presencia de materia orgánica. Por otra parte en todas las situaciones, los suelos presentan déficit principalmente de Boro. En relación al Calcio el rodal que presenta niveles elevados para la especie es Alupenhue y, en el caso de Aluminio, el rodal que presenta mayor concentración es Las Minas, niveles que pudieran presentar alguna toxicidad y representar un riesgo de mortalidad.

**Cuadro N° 5**  
**ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS DE LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Identificación	pH agua	B	P Olsen	S	Ca	Mg	Na	K	Al	Suma Bases	Cl %	MORG %	Nr %	C/N
Alupenhue	6.21	0.14	16.7	5	1832	168	12	545	3	12.01	8.62	14.9	0.30	28.7
Lanahue	5.33	0.47	3.9	12	1011	303	24	268	38	8.37	6.99	12.1	0.32	21.8
Santa Luisa	5.83	0.04	2.8	10	266	34	9	109	6	1.93	7.65	13.2	0.33	23.2
Las Minas	5.04	0.41	4.9	22	21	18	13	67	84	0.48	8.38	14.4	0.40	21.0
Pilo Pilo	5.01	0.23	4.8	17	94	31	10	81	45	0.98	8.65	14.9	0.46	18.8
Pumillahue	5.65	0.08	3.1	13	359	71	17	52	7	2.59	8.39	14.5	0.49	17.1
San Pedro	5.90	0.28	4.5	2	1060	222	17	133	9	7.56	3.90	6.7	0.16	24.4

Las variables dasométricas, son presentadas en el Cuadro N° 6 y las variables de forma y sanidad en el Cuadro N° 7.

**Cuadro N° 6**  
**VARIABLES DASOMETRICAS DE LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Año Plantación	Dap (cm)	Incremento medio anual DAP (cm)	Dominancia	Altura total (m)	Incremento medio anual Altura (m)	Cobertura Copas %
Alupenhue	1998	8,7	1,24	2,0	10,0	1,42	75-100
Lanahue	1979	25,9	1,0	1,4	22,3	0,86	75-100
Santa Luisa	1980	16,1	0,65	1,7	15,9	0,64	75-100
Las Minas	1978	23,4	0,86	1,5	21,4	0,79	75-100
Pilo-Pilo	1981	21,5	0,89	1,8	25,7	1,07	75-100
Pumillahue	1983	24,2	1,1	1,6	20,2	0,92	75-100
San Pedro	1980	25,8	1,03	1,4	21,0	0,84	50-75

Nota: criterios de asignación

Dominancia: 1: Dominante; 2: Codominante; 3: Intermedio; 4: Suprimido

Dado que los rodales presentan distintas edades es difícil hacer comparaciones en términos de crecimiento. Sin embargo, los estudios existentes en el país sobre crecimiento de la especie, muestran incrementos medios anuales al rededor de 1 cm de diámetro y de 1 m de altura. En este contexto la mayoría de los rodales analizados cumplen con esta característica, a excepción de Santa Luisa.



**Cuadro N° 7**  
**VARIABLES DE FORMA Y DE SANIDAD DE LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Año Plantación	Sanidad	Rectitud	Flecha
Alupenhue	1998	1,2	2,0	0,3
Lanahue	1979	1,1	1,5	0,5
Santa Luisa	1980	1,1	1,7	0,3
Las Minas	1978	1,0	2,1	0,4
Pillo-Pillo	1981	1,0	2,2	0,5
Pumillahue	1983	1,0	1,9	0,2
San Pedro	1980	1,1	2,0	0,2

Sanidad: 1: Sano; 2: Regular; 3: Malo

Rectitud: 1: Bueno; 2: Regular; 3: Malo

Flecha: 1: dos o más flechas; 0: sin doble flecha

En relación a las características de forma, los rodales analizados presentan forma regular en rectitud y un porcentaje importante de presencia de flechas. Esto se debería a que en general el manejo de estos rodales ha sido deficitario o nulo.

En cuanto a sanidad, se observa que todos los rodales presentan buenas condiciones (valores muy cercanos a 1, que representa el criterio de sano). Esto indica que en el área de estudio, que corresponde a las zonas definidas como aptas para la especie en Chile (Benedetti y Subiri, 200), castaño no es afectado en niveles importantes por agentes patógenos como en otras partes del mundo, en que éste se caracteriza por tener serios problemas sanitarios, principalmente por ataque de hongos del género *Phytophthora*, presente en Chile, y *Endothia*, no presente en Chile a la fecha.

Finalmente, en relación a la vegetación acompañante en los rodales analizados, como se observa en el Cuadro N° 8, a excepción del rodal de Alupenhue, ésta es la misma en todos los rodales. Esto se explica debido a que las especies nativas presentes corresponden a parte de la vegetación nativa característica de los distintos lugares en que se ubican estas plantaciones. En cuanto a la presencia de rosa mosqueta y zarzamora, son especies invasoras presentes en una amplia superficie en Chile.

**Cuadro N° 8**  
**VEGETACION ASOCIADA A LOS RODALES DE CASTAÑO ANALIZADOS**

Rodal	Año Plantación	Vegetación acompañante
Alupenthue	1998	Malezas, gramíneas
Lanahue	1979	Arbustiva nativa Radal avellanillo, maqui Arborea nativa: renovales de lingue y avellano Regeneración castaño, rosa mosqueta, zarzamora
Santa Luisa	1980	Arbustiva nativa Radal avellanillo, maqui Arborea nativa: renovales de lingue avellano Regeneración castaño, rosa mosqueta, zarzamora
Las Minas	1978	Arbustiva nativa Radal avellanillo, maqui Arborea nativa: renovales de lingue avellano Regeneración castaño, rosa mosqueta, zarzamora
Pillo-Pillo	1981	Arbustiva nativa Radal avellanillo, maqui Arborea nativa: renovales de lingue avellano Regeneración castaño, rosa mosqueta, zarzamora
Pumillahue	1983	Arbustiva nativa Radal avellanillo, maqui Arborea nativa: renovales de lingue avellano Regeneración castaño, rosa mosqueta, zarzamora
San Pedro	1980	Arbustiva nativa Radal avellanillo, maqui Arborea nativa: renovales de lingue avellano Regeneración castaño, rosa mosqueta, zarzamora

Aún cuando es necesario hacer un estudio más acabado sobre la interrelación específica y la dinámica vegetacional, la presencia de estas especies en plantaciones de castaño podría indicar que éstas se asocian bien a castaño, pudiendo convivir en un mismo espacio. Lo anterior junto a la presencia de regeneración de castaño, representan elementos de análisis interesantes en la definición de propuestas de manejo silvicultural, para tipos de formaciones de monte alto o monte bajo, en esquemas mixtos que puedan dar mayor sostenibilidad económica y ambiental.

## CONCLUSIONES

En general, las variables ambientales en que se localizan los rodales estudiados, están dentro de los rangos de los requerimientos ecológicos que cita la literatura nacional e internacional de para castaño.

Lo anterior da cuenta de la plasticidad de la especie, en cuanto es capaz de crecer en una amplia variedad de sitios.

El buen estado sanitario observado en estos rodales, considerando la amplitud geográfica en que estos se distribuyen, ratifica la inexistencia a la fecha de agentes de daño importantes para castaño en Chile.

El buen desarrollo en diámetro y altura de los castaños analizados y los resultados en relación a las variables de forma, junto al escaso manejo silvicultural del que han sido

objeto, indicaría que la aplicación de manejo adecuado orientado a la producción de madera de alto valor es posible.

Lo observado en relación a la vegetación acompañante en los rodales analizados y la presencia de la regeneración de la especie, permitiría orientar propuestas de esquemas de manejo forestal.

Como conclusión final, los antecedentes generados en este estudio, confirman el interesante potencial de castaño para la producción forestal en Chile.

## REFERENCIAS

**Amorini, E.; Bruschini, S.; Fioravanti, M.; Macchioni, N.; Manetti, M.C.; Thibaut, B.; Uzielli, L., 1997.** Studi Sulle Cause di Insorgenza della Cipplatura del Legno di Castagno. Convegno Nazionale sul Castagno. Cison di Valmarino. Treviso. Pp 269 – 290.

**Bagnaresi, U. 1986.** Il Castagno da Frutto. Il Divulgatote N° 28. Serie Regione Emilia Romagna. 52 p.

**Benedetti, S.; Subiri, M., 2000.** El Castaño: Una Opción de Producción Forestal. INFOR. Santiago, Chile. 93 p.

**Benedetti S., Saavedra, J., 2003.** Estrategia de Transferencia Tecnológica para la Creación de Plantaciones de Castaño: Sistematización de una Experiencia Exitosa. INFOR. Santiago, Chile. 22 p.

**Berrocal, M., Gallardo, J. y Cardeñoso, J., 1998.** El Castaño. Productor de Fruto y Madera. Creador de Paisaje y Protector. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 228 p.

**Bourgeois, C., 1992.** Le Chataignier. Un Arbre, Un Bois. Institut pour le Developpement Forestier. Paris, Francia. 367 p.

**Cabrera, J. y Meneses, M., 1998.** Diversificación Forestal: Costos, Usos y Productos Forestales. Informe Módulo de Comercialización. Proyecto INFOR-Fondef D9611055. Documento Interno. INFOR. Santiago, Chile. 20 p.

**Juacida, R., Diaz-Vaz, J. E., Poblete, H., Rodríguez, S. y Cuevas, H., 1999.** Caracterización Tecnológica de Castaño, Encino y Ciprés y Opciones de Uso. UACH. Valdivia, 12 p.

**Loewe, V., Neuenschwander, A. y Alvear, C., 1994.** El Castaño en Chile: Un Cultivo Fruto Forestal Promisorio. Documento Técnico N° 85. INFOR. 61 p.

**Macchioni, N. y Pividori, M., 1996.** Qualità del Legno del Ceduo di Castagno: Gestione dei Popolamenti. Silvae Pedemontis. 2(1): 23 – 30.

**Medel, F. 1986.** Requerimientos Climáticos y Edáficos para las Especies Frutales en el Sur de Chile. Agrosur. 14 (1): 48 – 56.

**Parra, P. y González, M., 1998.** La Chicharra. Informativo Sanitario Forestal N° 1. Grupo 1 Insectos. INFOR. Santiago, Chile.

**Zanuttini, P. y Cielo, P., 1996.** Caracteristiche Tecnologiche ed Impieghi del Legno de Castagno. Silvae Pedemontis. Semestrале della Associazione Forestale del Piemonte. 2 (1). 31 p.





---

# EVALUACION DE LA PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD EN BIOMASA AEREA DE BOLDO (*Peumus boldus* Mol.) EN UN BOSQUE ESCLEROFILO

Donoso, Sergio<sup>1\*</sup> y Duran, Leonardo<sup>2\*</sup>

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la producción y productividad de biomasa aérea en una formación de boldo (*Peumus boldus* Mol.), ubicada en un predio de la Comuna de María Pinto, Región Metropolitana de Chile; formación que ha sido intervenida durante los últimos años para la comercialización de sus hojas.

Fueron establecidas tres parcelas de 500 m<sup>2</sup> en sectores que presentaban intervenciones. En cada una, los individuos fueron posicionados mediante coordenadas (x,y), realizando un levantamiento horizontal a los boldos. Se midió el diámetro de todos los vástagos de boldo en cada parcela, determinando además el número de vástagos, área basal, diámetros de copa y altura.

Se cosechó 12 árboles en forma completa, extrayendo una muestra superior a los 200 vástagos. En cada uno se separó las hojas y el fuste, materiales que luego fueron secados en una estufa a aire forzado y posteriormente pesados para obtener los pesos secos por componente.

El peso seco de hoja, fuste y total para los vástagos, se correlacionó con el largo y diámetro basal, determinando a este último como la mejor variable ( $R^2$  de 0,95) y base de las funciones estimadoras de biomasa. Estas funciones permiten estimar la biomasa por componente de cada individuo. Los valores fueron correlacionados con aquellas variables descriptivas medidas en terreno, concluyendo que el área basal, el diámetro mayor de copa y la altura serían los elementos a utilizar en la construcción de los modelos por componente a nivel de cepa. Estos modelos, como los de vástagos, fueron validados con el error cuadrático medio.

La producción de biomasa aérea para una densidad de 1.420; 580 y 480 árboles/ha es de 2,22; 1,29 y 1,22 t/ha de hojas y 8,76; 6,30 y 6,26 t/ha de fuste, respectivamente. Por su parte, la productividad media de un individuo es de 160 g de hoja y 300 g de fuste al año. Mientras que, la formación de boldo genera anualmente 196 kg/ha de hojas, 833 kg/ha de biomasa fustal y 971 kg/ha en biomasa total.

---

<sup>1</sup> sedonoso@uchile.cl.; <sup>2</sup> leoduko@yahoo.com.mx

\* Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales - Departamento de Silvicultura.



---

## SUMMARY

This study evaluated both the production and the productivity of aboveground biomass in a boldo forest (*Peumus boldus* Mol.). The forest is located in the «Fundo Loleo», in the María Pinto District of the Metropolitan Región of Chile. In the recent years, the boldo leaves have been the main commercial production from this forest.

Three plots of 500 m<sup>2</sup> each were established in all the areas in which prior human intervention was noticed. To graphically describe the boldo harvesting, the trees were artificially positioned with a coordinate (x,y), so an horizontal transect of them was available. The diameters of all the boldo saplings were measured in each plot. With these data, diameters dispersion tables were built, so samples were selected to adjust the biomass equations. In addition, all the number of saplings, the basal área, the canopy diameter, and the height of each tree was measured.

Twelve whole boldo trees were harvested. From them, a sample of more than 200 saplings was obtained. Both the stem and the leaves of each sapling were dried in an oven and then weighed. Therefore, the dry weight of stems and leaves were obtained.

In order to develop biomass equations, the dry weight of all the leaves, stems, and the total biomass of the samples were correlated to the length and diameter of the saplings. As a result, the diameter was the best correlated variable ( $R^2= 0,95$ ), so was chosen as a base for developing biomass estimate equations for saplings.

The determined biomass equations allowed the biomass estimation for each component of the saplings (leaves, stem, and total). The results were then correlated to descriptive variables measured in the field, such as basal área, the major canopy diameter, and the height. These variables were then used to built the biomass models for each component of the saplings. The mean quadratic error was used to validate these models.

The biomass productions for boldo forests of 1.420; 580 and 480 trees per hectare were 2.22; 1.29; and 1.22 tons per hectare, and 8.76; 6.30; and 6.26 tons per hectare of stems, respectively. On the other hand, the mean productivity of biomass of a boldo tree was of 160 grams of leaves, and 300 grams of stem per year. The boldo forest produces a year 196 kg/ha of leaves, 833 kg/ha of stem biomass, and 971 kg/ha of total biomass.

## INTRODUCCION

Durante décadas las formaciones nativas han sido objeto del aprovechamiento por parte de la población para su desarrollo, situación que se ha mantenido en la actualidad, provocando en forma permanente que la vegetación presente algún grado de degradación, que modifica el paisaje y la ecología interna de aquellos bosques y genera un efecto directo sobre la productividad de aquellas formaciones.

El Tipo Forestal Esclerófilo, con un 2.0% de la superficie de bosques del país, ha sido cosechado intensamente debido a que la mayoría de las especies que lo componen presentan algún grado de interés comercial, ya sea por la extracción de productos maderables o no maderables (PFNM) Estos últimos han presentado un aumento en su demanda, principalmente por otros países que valoran considerablemente las características que poseen y los efectos que producen (CONAF, 1997).

Lo anterior, ha generado un aumento en la extracción de productos del bosque, sin considerar la sustentabilidad del recurso. Por lo tanto, es necesario desarrollar estudios que permitan por una parte la conservación de este en el tiempo y por otra dimensionar la capacidad productiva. Por ello, establecer esta capacidad así como definir el manejo silvícola, son condiciones necesarias en un marco de manejo sustentable.

Boldo (*Peumus boldus*) es una especie ampliamente utilizada en la obtención de diferentes productos, donde se destaca la cosecha de sus hojas para extracción de metabolitos (Sfeir, 1990), que han sido comercializados al exterior desde el siglo pasado. En el último tiempo, las exportaciones de hoja han superado las 1.100 toneladas, por un valor FOB cercano a US \$ 580.000, siendo Alemania, EEUU, Japón, Francia, Argentina y Brasil los principales países de destino (INFOR – CONAF, 2003).

Considerando la importancia económica que presenta esta especie, es relevante realizar estudios que permitan evaluar la producción de hojas, así como de biomasa fustal, que permitan determinar rangos de productividad para una formación de boldo. A su vez, entregar información sobre los aspectos de la cosecha en tiempo y espacio, caracterizando la forma en que se ha realizado el aprovechamiento. Para ello, este trabajo tiene por objetivo evaluar la producción y productividad de biomasa aérea de boldo para una formación del Tipo Forestal Esclerófilo.

## MATERIAL Y METODO

El presente estudio se realizó en un predio particular de nombre "Fundo Loleo", ubicado en el sector de la cuesta de Ibacache, Comuna de María Pinto, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana. Con una superficie de 2.600 ha, que presenta como límites por el norte la Comuna de Curacaví y por el oeste la V Región. Durante los últimos veinte años, las formaciones de boldo que presenta este predio han sido intervenidas con el objetivo de extraer hojas con fines comerciales.

Según Santibáñez y Uribe (1990), la zona presenta un clima mediterráneo semiárido. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían entre una máxima de 27,7 °C en enero y una mínima en julio de 4,7 °C en promedio. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 454 mm, con un déficit hídrico de 952 mm y un período seco de ocho meses. La humedad relativa promedio anual es de un 77 %, mientras que el período libre de heladas es de 245 días, con un promedio de 7 heladas por año.

El suelo derivado de material granítico, presenta una alta susceptibilidad a la erosión así como una baja fertilidad. Con drenaje externo rápido producto de la estructura franco arcillo arenosa de los materiales, el drenaje interno es moderadamente lento debido a que los horizontes más bajos son abundantes en cuarzo y la estructura arcillosa de los materiales es más débil (Peralta, 1976).

Las formaciones vegetales que predominan en el sector son de origen probablemente secundario, desarrolladas en un bosque esclerófilo de alta complejidad, predominando el matorral cerrado y formaciones espinosas de alta densidad con algunos individuos arbóreos esparcidos (Gajardo, 1994), compuesto en su mayoría por peumo, litre, boldo, quillay y espino principalmente, generando en conjunto diferentes estructuras arbóreas y/o arbustivas.

Con la información proporcionada por los diferentes planes de manejo presentados en el predio, la distribución y edad de las cepas por parcela, se realizó una caracterización de la cosecha de boldo a nivel espacial y temporal.

Debido a las intervenciones realizadas en el predio, se generó una gran cantidad de situaciones, que se traducen en una formación con una gran heterogeneidad estructural. De acuerdo a esto, los sectores seleccionados fueron aquellos que presentaban diferentes extracciones durante los últimos años, permitiendo tener individuos de variadas características estructurales y de diferentes edades.

Una vez ubicados los sectores, fueron establecidas tres parcelas rectangulares de 500 m<sup>2</sup> (20 x 25 metros), en las cuáles se realizó un inventario de las especies.

Finalmente, en cada individuo de boldo fueron medidas las variables descriptivas que serían utilizadas en la construcción de las funciones de biomasa. A nivel de individuo se midió altura total, diámetro mayor y menor de copa y número de vástagos. A nivel de vástago se midieron: altura y diámetro.

Basándose en el método alométrico para la estimación de la biomasa, fueron construidas tablas de frecuencia con respecto a la dispersión del diámetro del vástago, de modo que la muestra extraída incluyera todo el rango de diámetros del sector correspondiente. Fueron cosechados completamente 4 individuos por parcela, que permitieron muestrear más de 200 vástagos.

Los vástagos, fueron cortados a nivel de la cepa y transportados a la Facultad de Ciencias Forestales, donde se separaron las hojas del fuste en forma manual. Por otra parte, la biomasa fustal consideró a las ramas, ramillas y fuste del vástago como un conjunto.

El material obtenido, consistente en biomasa foliar y fustal, fue sometido a un proceso de secado en un horno de aire forzado a una temperatura de 65 ° C hasta llegar a peso constante. Una vez seco el material se procedió a pesar cada muestra en una balanza de precisión, con lo que se obtuvo el peso seco de biomasa foliar y fustal para cada vástago extraído. El peso seco total del vástago se calculó por la sumatoria de la biomasa de hojas y de fuste correspondiente.

Mediante el uso del programa computacional STATGRAPHICS PLUS en conjunto con técnicas de análisis regresional, se procesó la información obtenida, generando ecuaciones de biomasa por componentes (foliar y fustal) y total.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La vegetación de los sectores, esta compuesta principalmente por especies constituyentes del bosque esclerófilo tales como boldo (*Peumus boldus*), espino (*Acacia caven*), molle (*Schinus latifolius*) quillay (*Quillaja saponaria*), peumo (*Cryptocarya alba*), maitén (*Maytenus boaria*) y huingán (*Schinus polygamus*). La densidad es de 1587 árboles por hectárea.

Estructuralmente, se presentan tres estratos: el estrato arbóreo, compuesto por peumo, boldo, espino y molle; el estrato arbustivo formado por espino, boldo y huingán; y finalmente el estrato herbáceo dominado principalmente por asteráceas.

En el área la presencia de boldo es relevante con aproximadamente 827 árboles por hectárea. Estos presentan 11.006 vástagos por hectárea, donde el 75 % se concentra en los diámetros inferiores a 3,1 cm.

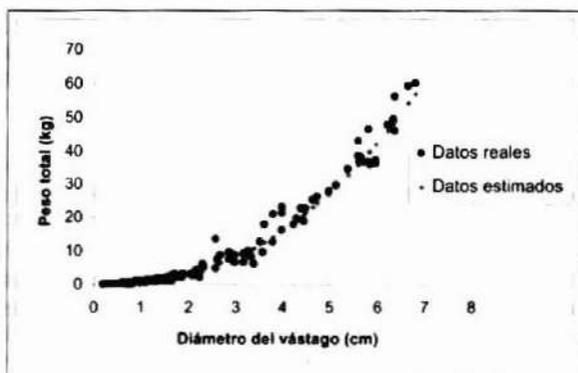
### Biomasa de Vástagos

La variable que presenta un mayor coeficiente de correlación respecto al peso seco de hojas, fuste y total, es el diámetro del vástago con un valor de 0,95; 0,98 y 0,98, respectivamente (Cuadro N° 1 y Figura N° 1). Para la biomasa foliar, si bien la correlación obtenida es más alta que la presentada por Montecinos (2001) (0,856); coincide que el diámetro del vástago es la variable que mejor explica el comportamiento de la biomasa tanto de hojas como de fuste y total.



**Cuadro N° 1**  
**MODELOS AJUSTADOS PARA LA BIOMASA POR COMPONENTES EN VASTAGOS**

COMPONENTE	FUNCION ESTIMADORA DE BIOMASA	FUNCION LINEALIZADA	R <sup>2</sup>	S <sub>yx</sub>
HOJAS	$Y = 22,9438 * X^{1,90447}$	$\text{Ln } Y = 3,133 + 1,90447 * \text{Ln } X$	0,95	0,59
FUSTE	$Y = 32,2899 * X^{2,67985}$	$\text{Ln } Y = 3,475 + 2,67985 * \text{Ln } X$	0,98	0,46
TOTAL	$Y = 61,1665 * X^{2,3632}$	$\text{Ln } Y = 4,133 + 2,3632 * \text{Ln } X$	0,98	0,42



**Figura N° 1**  
**PESOS SECOS TOTALES REALES Y ESTIMADOS EN FUNCION DEL DIAMETRO**

Los modelos, presentan muy buen ajuste, con altos valores de coeficiente de determinación ( $R^2$ ), bajos errores estándar de estimación ( $S_{yx}$ ) y una distribución de residuos apropiada. Los modelos generados mediante la variable altura, si bien presentan correlaciones y errores de estimación cercanos a los generados por el diámetro del vástago, no fueron considerados debido a que al aumentar la altura, no necesariamente el peso seco aumenta, producto de la competencia entre los vástagos en el individuo y la competencia entre los individuos. A esto se debe añadir, la facilidad en la medición del diámetro del vástago con respecto a la altura.

### **Biomasa de Individuos**

Por medio de los modelos seleccionados para estimar la biomasa de cada componente de los vástagos, se obtuvo el peso seco para el individuo completo. La información obtenida a la que se añadió los individuos cosechados completamente en las parcelas, fue relacionada

con aquellas variables descriptivas medidas en cada individuo para la obtención de las respectivas funciones.

Las variables que mejor se correlacionan con la biomasa por componentes para individuos corresponden al área basal, el diámetro mayor de copa y la altura. Si bien el diámetro menor de copa presenta valores de correlación cercanos a los obtenidos por el diámetro mayor, la variable no fue considerada así como el número de vástagos, ya que esta última presentó los valores más bajos.

Mediante el ajuste regresional paso a paso, se probaron distintos modelos con aquellas variables seleccionadas anteriormente. Esto permitió descartar las variables que aumentaban las posibilidades de error al momento de la estimación.

El área basal corresponde a la variable más relevante en la estimación de la biomasa para cada componente (Cuadro N° 2). El diámetro mayor de copa y la altura no aportan mayor precisión en la estimación de la biomasa. Por otra parte, al incorporar el diámetro menor de copa a cada modelo, tanto el coeficiente de correlación como el error de estimación presentaban valores muy bajos en comparación a los obtenidos por los modelos donde estaba presente la variable área basal (AB). Una situación similar se presenta al incorporar el número de vástagos.

**Cuadro N° 2**  
**MODELOS AJUSTADOS PARA LA BIOMASA POR COMPONENTES**  
**PARA EL INDIVIDUO COMPLETO.**

	<b>FUNCION ESTIMADORA DE BIOMASA</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>S<sub>yx</sub></b>
<b>HOJAS</b>	$LN Y = 12,2904 + 0,9592 * LN (AB)$	0,99	0,059
<b>FUSTE</b>	$LN Y = 15,303 + 1,3037 * LN (AB)$	0,97	0,199
<b>TOTAL</b>	$LN Y = 14,8071 + 1,1583 * LN (AB)$	0,98	0,119

### **Producción y Productividad de Biomasa**

Definidas las ecuaciones para la estimación de biomasa, se procedió a estimar la biomasa acumulada en cada individuo, permitiendo obtener la producción de biomasa para cada componente y parcela estudiada (Cuadro N° 3).



**Cuadro N° 3**  
**PRODUCCION DE BIOMASA POR COMPONENTES PARA CADA PARCELA.**

PARCELAS	ÁRBOLES (N/ha)	BIOMASA DE HOJAS		BIOMASA DE FUSTE		BIOMASA TOTAL	
		(kg)	(t/ha)	(kg)	(t/ha)	(kg)	(t/ha)
1	1.420	111.19	2.2238	438.02	8.7604	530.62	10.6124
2	580	64.72	1.2944	315.05	6.301	347.01	6.9402
3	480	61.07	1.2214	313.34	6.2668	338.39	6.7678

Los valores obtenidos, en biomasa para cada componente a nivel de hectáreas, se encuentran cercanos a los determinados por diferentes estudios. Es así como para una densidad de 480 árboles/ha, la producción de biomasa total alcanza 6,76 t/ha, superando a las 4,5 t/ha determinadas por Kannegiesser (1987) para boldos de la VII Región con una densidad de 440 árboles/ha. Esta diferencia puede ser debido a las características intrínsecas de cada región, así como las diferencias en la estructura de la formación vegetal.

La producción de biomasa foliar a nivel de individuo en este trabajo, presenta valores entre 0,09 y 12,04 kg. Gajardo y Verdugo (1979) obtuvieron en individuos que se desarrollaban en la V Región, una producción de hojas entre 0,3 y 9,0 kg.

En tanto que boldos que crecían en la VII Región, presentaron un rango que varió entre 0,095 y 27,8 kg (Kannegiesser, 1987) y los antecedentes generados por Montecinos (2001) en la VI Región, varían entre 0,88 y 10,59 kg/individuo. Los valores obtenidos para esta formación estudiada, se encuentran dentro de los rangos presentes en las diferentes formaciones de boldo.

La producción de biomasa foliar con un valor de 1,21 t/ha para una densidad de 480 árboles/ha, es similar a las 1,19 t/ha obtenidas por Montecinos (2001), en una formación de 462 árboles/ha. Esto apunta a la similitud en las condiciones de crecimiento de ambos trabajos. Por el contrario, llama la atención las 0,42 t/ha de hojas para una densidad de 440 árboles/ha (Kannegiesser, 1987), valor muy bajo respecto a la obtenida en este estudio para una densidad cercana; a pesar de las condiciones climáticas presentes en el sector de Sagrada Familia, que son mejores en términos de precipitación (700 mm/año) respecto a Melipilla (300 mm/año), además de su cercanía a la costa.

Respecto de otras especies esclerófilas en términos de biomasa foliar, la producción a nivel de individuo determinada por Mondaca (1997) en una formación de litre en Melipilla varía entre 2,1 y 11,9 kg, llegando a producir 2,6 t/ha de hoja. Mientras que quillay con una densidad de 30 árboles/ha produce 1,2 t/ha de biomasa foliar (Toral y Rosende, 1986).

Considerando los valores de biomasa entregados en el Cuadro N° 3, el fuste representa alrededor del 75 % de la biomasa total considerando ramas, corteza y fuste, mientras que las hojas aportan el 25% restante; coincidiendo con los valores entregados por Kannegiesser (1987), Toral *et al.* (1988) y Aguirre e Infante (1988).

Una de las variables medidas en cada individuo, que no fue considerada en la construcción de los modelos de estimación de la biomasa, corresponde a la edad. La relación entre esta variable y los pesos secos obtenidos por los modelos seleccionados, permitió determinar la productividad media para el boldo con respecto a cada componente.

A medida que aumenta la edad de los vástagos de boldo, la biomasa por componente tiende a aumentar, lo que conlleva directamente a un aumento en la productividad. Sin embargo, este aumento no es proporcional, debido a que influyen sobre la producción de biomasa aérea las características intrínsecas del individuo, la competencia entre los vástagos y entre individuos y las diferencias en las características de suelo, presencia de napas subterráneas, vegetación acompañante, entre otras. Considerando que la extracción de hojas se realiza cada cuatro a cinco años, la producción por individuo de biomasa foliar al momento de la cosecha varía entre los 600 y 800 g (Cuadro N° 4).

**Cuadro N° 4**  
**BIOMASA PROMEDIO DE UN INDIVIDUO SEGUN EDAD**

EDAD (años)	BIOMASA PROMEDIO (kg/individuo)		
	HOJA	FUSTE	TOTAL
3	0,36	0,75	1,19
4	0,62	1,44	2,18
5	0,83	2,33	3,27
6	1,07	2,94	4,16
7	1,39	4,72	6,14
8	1,65	6,01	7,55
9	1,90	7,60	9,18
10	2,39	9,80	11,74
11	2,65	13,09	14,37
12	3,06	15,09	16,57
13	3,59	21,18	21,30
14	4,54	24,53	24,77
15	6,09	28,71	32,23
16	7,45	32,30	37,78
20	12,07	73,57	74,41

Por otra parte, en el Cuadro N° 5, se observa la productividad media en biomasa para cada componente. Es así como, un individuo de cuatro años incrementa su biomasa foliar en 125 g/año, mientras que a la edad de diez años este incremento es cercano a los 250 g/año, producto de una mayor producción de biomasa en hoja y los otros componentes por parte de este último. Específicamente, para esta formación la productividad media en biomasa foliar alcanza los 160 g/individuo/año, mientras que la biomasa fustal aumenta 300



g/individuo/año. Se debe tener en consideración que estos valores no permanecen constantes entre temporadas, producto de las condiciones externas e internas que afectan a la especie.

**Cuadro N° 5**  
**PRODUCTIVIDAD MEDIA PARA BOLDO POR COMPONENTES.**

EDAD (años)	PRODUCTIVIDAD MEDIA (Kg/individuo/año)		
	HOJA	FUSTE	TOTAL
3	0,12	0,25	0,39
4	0,16	0,36	0,54
5	0,17	0,47	0,65
6	0,18	0,49	0,69
7	0,19	0,68	0,88
8	0,21	0,75	0,94
9	0,21	0,84	1,02
10	0,24	0,98	1,17
11	0,24	1,19	1,31
12	0,26	1,26	1,38
13	0,28	1,63	1,64
14	0,32	1,75	1,77
15	0,41	1,91	2,15
16	0,47	2,02	2,36
20	0,60	3,28	3,72

En bosques esclerófilos de la precordillera presentes en la IV Región, compuesto por quillay y litre, la productividad alcanza los 1.100 kg/ha/año (Yates, 1985). Mientras que una formación de espino ubicada en la Comuna de San Pedro (Melipilla), la productividad varía entre 963 y 1.687 kg/ha/año (Navarro, 1995). Comparando estos resultados con los obtenidos en el presente estudio, la productividad del bosque esclerófilo considerando solamente a boldo es de 971 kg/ha/año. Este resultado favorable se debe a las características del bosque, que se desarrolla en condiciones de suelo y exposición que permiten que la masa crezca de muy buena forma.

En términos del producto de interés del boldo que son sus hojas, cabe mencionar que su productividad es de 196 kg/ha/año y de 833 kg/ha/año para la biomasa fustal.

## CONCLUSIONES

A nivel de vástagos y de individuo, la mejor variable predictora es el diámetro o área basal según corresponda. Esta variable explica el comportamiento de la biomasa de hojas, fuste y total.

Para densidades entre de 480 y 1.420 árboles/ha, la producción de hojas es de 1,2 y 2,2 t/ha respectivamente. Mientras que para la biomasa fustal es de 6,2 y 8,7 t/ha para las mismas densidades. En promedio un individuo de boldo, aumenta su biomasa foliar anualmente en 160 g, mientras el incremento en biomasa fustal es de 300 g/año.

La productividad de una formación de boldo en biomasa foliar son 196 kg/ha/año, mientras que en biomasa fustal corresponde a 833 kg/ha/año. A su vez, la productividad en biomasa total es de 971 kg/ha/año.

## REFERENCIAS

- Aguirre, S. e Infante, P., 1988.** Funciones de Biomasa para Boldo (*Peumus boldus* Mol.) y Espino (*Acacia caven* Mol.) de la Zona Central de Chile. En Ciencia e Investigación Forestal. INFOR 2(3): 45-50.
- CONAF, 1997.** Productos Forestales No Tradicionales. Documento del Proyecto de Conservación y Manejo sustentable del Bosque Nativo. 58 p.
- Gajardo, R., 1994.** La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 p.
- INFOR – CONAF, 2003.** Exportaciones Forestales Chilenas. Boletín Estadístico 93. Diciembre 2003. Santiago, Chile. 143 p.
- Kannegiesser, U., 1987.** Evaluación de Biomasa y Boldina en Boldo (*Peumus boldus* Mol.), VII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 97 p.
- Mondaca, N., 1997.** Relación Entre el Hábito de Crecimiento de *Lithraea caustica* (Mol.) H. et A. y la Fitomasa Foliar, en la Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 58 p.
- Montecinos, V., 2001.** Influencia del Hábito de Crecimiento de Boldo (Mol.), Sobre la Producción de Fitomasa Foliar. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 78 p.
- Navarro, R., 1995.** Efecto de Intervenciones Silviculturales Sobre el Crecimiento y la Producción de Fitomasa de *Acacia caven* en Melipilla, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 89p.
- Peralta, M., 1976.** Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Editorial del Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 340 p.
- Santibáñez, F. y URIBE, J.M., 1993.** Atlas Agroclimático de Chile, Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 65 p.
- Sfeir, J., 1990.** Evaluación de la Fitomasa y Metabolitos de Interés Comercial en Boldo (*Peumus boldus* Mol.), Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y Eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) en la VII Región. Memoria para

optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 75 p.

**Toral, M. y Rosende, R., 1986.** Producción y Productividad del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). *Renares* 3 (8): 49 – 53.

**Toral, M.; Kannegiesser, U. y Rosende, R., 1988.** Biomasa y Boldina en Boldo (*Peumus boldus* Mol.) VII Región. En: *Ciencia e Investigación Forestal* Vol. 2, N° 4. INFOR. 15-25 p.

**Yates, L., 1985.** Dinámica del Nitrógeno en Arbustos del Matorral Precordillerano de la Zona Semiárida de Chile. *Medio Ambiente* 7(2): 73 – 84.

---

# ENSAYOS DE RECUPERACION DE FORMACIONES NATURALES DE GUAYACAN (*Porlieria chilensis* John.) EN LA ZONA ARIDA DE CHILE

Antonio Vita<sup>1</sup>, Mario Valenzuela<sup>2</sup>, Sebastián Varela<sup>3</sup>

## RESUMEN

El guayacán es una especie endémica que se distribuye en las regiones de clima mediterráneo árido, semiárido y subhúmedo de Chile. Actualmente, en la región árida existen aproximadamente 15,3 mil hectáreas de formaciones vegetacionales con presencia de guayacán. Debido a la sobreexplotación sin normas de manejo a que han sido sometidas para la obtención de madera para energía y artesanía; como asimismo al sobrepastoreo, su condición actual es de vulnerabilidad.

El guayacán goza de gran prestigio en el ámbito artesanal por las delicadas figuras que se realizan con su madera. Sin embargo, la creciente falta de materia prima hace cada vez más difícil esta actividad.

Por tal motivo, con el propósito de recuperar las formaciones naturales de guayacán, dentro del contexto de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), durante el invierno del 2005 se establecieron ensayos en cinco localidades de la región de clima mediterráneo árido, donde se intervinieron cuatro tipos de hábito de la especie: camefitizado, arbustivo, plurifustal y monofustal. En cada uno de ellos se realizaron dos tipos de intervenciones silviculturales: 1) cortas intermedias (clareos y podas) con el propósito de mejorar las condiciones de crecimiento de los ejemplares inmaduros; 2) cortas totales (a la altura del tocón y a un tercio de la altura de los ejemplares) para determinar la capacidad de rebrote luego de la cosecha;. Además, en la localidad más extrema en términos de aridez, se instalaron dispositivos individuales para cosecha de aguas lluvia.

Las evaluaciones se realizan trimestralmente sobre la base de la elongación de brotes preseleccionados, como respuesta a clareos y podas; y cantidad y desarrollo de rebrote, en el caso de las cortas totales.

Hasta la fecha, se observa que la aplicación de poda en ejemplares tipo camefitizado y en los monofustales no muestra una tendencia clara en los resultados, por cuanto, en unas localidades los brotes de los intervenidos se han desarrollado más que en los testigo, pero

---

1 Universidad de Chile, Chile, avita@uchile.cl

2 Universidad de Chile, Chile, valenzm@uchile.cl

3 Universidad de Chile, Chile, svarela@uchile.cl

---

en otras localidades ha ocurrido lo contrario. La aplicación de clareo y poda en ejemplares arbustivos y plurifustales, ha producido, en casi todos los casos, en un mayor incremento de brotes en los intervenidos, aunque dichas diferencias hasta el momento no alcanzan a ser significativas. En ejemplares tipo camefitizados y arbustivos donde se efectuó una casilla para cosechar aguas de escorrentía, en ausencia aún de lluvias el desarrollo de brotes ha sido inferior a los testigos.

En relación a las cortas totales, hasta la fecha, se ha determinado que el 75,29% de los ejemplares cortados presenta rebrote, observándose diferencias entre las dos alturas de corte y localidades. Sin embargo, no se aprecia diferencias según ubicación latitudinal de las unidades de ensayo, por lo que éstas se explicarían según las condiciones particulares de cada sitio. Las mejores respuestas se han obtenido para las localidades de "Sociedad Agrícola El Tangué", "Reserva Nacional Las Chinchillas" y "C.A. El Chiñe". Por otra parte, existe mayor rebrote, expresado en cantidad y longitud, en los cortes a un tercio de la altura original respecto a los intervenidos a ras de suelo. En relación a las características de los ejemplares cortados, se aprecia que existe una correlación de un 54,3% entre la cantidad de brotes por individuo y los diámetros máximos, altura y número de vástagos cortados en cada ejemplar. Además, existe un 62,58% de correlación entre la longitud máxima de los brotes y los diámetros máximos, altura y número de vástagos cortados en cada ejemplar.

---

## SUMMARY

Guayacán is an endemic vegetation species of Chile. Guayacán settles in areas with arid-Mediterranean, semi-arid or sub-humid climates. Nowadays, at the Chilean arid zone, 15.3 thousand of hectares with vegetation formations contain Guayacán. Due to excessive harvesting for energy and handiwork, without a management policy, and overgrazing, Guayacán is a vulnerable species.

The Guayacán timber has a recognized value for handiwork. Nice hand-made figures and sweepstakes are made with it. However, Guayacán timber is scarcer every day, so the handiwork activity in that timber is in danger.

Therefore, a project to recover the natural spaces for Guayacán was conducted. The project was funded by the Fundación para la Innovación Agraria (FIA) and was carried out in winter 2005. Trials were established at five locations of Chile's mediterranean arid zone. In the trials, four types of Guayacán habits were intervened: camefitizado (stunted), bush form, coppice and standard. Two different silvicultural interventions were made on each of the studied Guayacán habits: 1) Partial cuts (thinning and pruning), with the purpose for improving growth conditions of the Guayacán individuals and 2) complete cut at stump height and at one third of the Guayacán individuals' height), to determine the regrowth capacity of the Guayacán individuals. In addition, systems to catch rainwater were established at each Guayacán individual at the most arid location considered. Evaluation is performed quarterly, considering the regrowth quantity and development, as response to the clearcut. On the other hand, the bud enlargement was selectively quantified after thinning and pruning.

To date, it is observed that the application of pruning in unit stunted type and the standard does not show a clear tendency in the results, inasmuch as, in localities the buds of the intervened individuals have been developed more than in not intervened individuals, but in other locality it has happened the opposite. The application of thinning and prunes in bush form units and coppice, it has produced, in almost all the cases, a greater increase of buds in the taken part ones, although these differences until the moment do not reach to being significant. In stunted and bush form units type where a square took place to harvest run-off waters, in rain absence the development of buds inferior to has still not been intervened.

A 75,29% of the cut Guayacán individuals has re-grown, but with differences in terms of both the cut height and location. However, there are not differences related to the latitude of the trial units, so these should be better explained by the particular conditions of each site. The best responses occurs at "Sociedad Agrícola El Tangué", "Reserva Nacional Las Chinchillas" and "C.A. El Chiñe" locations. On the other hand, the regrowth was larger (in number and longitude) when the Guayacán individuals were cut at the ground surface, more than in the individuals that were cut at one third of their height. A 54,3% of positive correlation was determined between the number of buds per individual and the maximum diameters of the cut individuals, number of sprouts cut by each individual and height of each individual. In addition, there is a 62,58% of correlation between the maximum longitude of the buds and the maximum diameters of the cut individuals, height of each individual and number of sprouts cut by each individual.

## INTRODUCCION

El guayacán es una especie endémica que se distribuye en las regiones de clima mediterráneo árido, semiárido y subhúmedo de Chile. Estas regiones son las que están sometidas a los más intensos procesos de desertificación dentro del país. Actualmente, en la región árida existen aproximadamente 15,3 mil hectáreas de formaciones vegetacionales con presencia de guayacán. Debido a la sobreexplotación sin normas de manejo a que han sido sometidas para la obtención de madera de uso energético y artesanía; como asimismo, al sobrepastoreo y la agricultura migratoria, su condición actual es de vulnerabilidad.

El guayacán goza de gran prestigio en el ámbito artesanal por las delicadas figuras que se realizan con su madera. Sin embargo, la creciente falta de materia prima hace cada vez más difícil esta actividad. De este modo, surge la necesidad de mejorar la condición de esta especie y de los ecosistemas asociados, para lo cual se requiere disponer de técnicas silviculturales adecuadas que permitan mejorar las condiciones de los ejemplares que se encuentran en desarrollo, regenerar los individuos sometidos a cosecha e incrementar la cobertura de la especie en los lugares donde se encuentra presente, pero con baja cantidad de individuos.

## OBJETIVOS

### General

Evaluar las posibilidades de recuperación de las formaciones naturales de guayacán en la zona árida de Chile.

### Específicos

- Determinar el efecto de cortas intermedias aplicadas a diferentes tipos de hábito de guayacán.
- Determinar la capacidad de rebrote de distintos tipos de hábito de la especie luego de una corta total.

## ANTECEDENTES GENERALES

El guayacán está presente en gran parte de la IV Región. Sin embargo, los individuos existentes muestran baja calidad. En efecto, por efectos de la presión antrópica, la mayoría de los ejemplares que se encuentran en terreno corresponden a los de tipo arbustivo y cañefitizado, siendo más escasos los de tipo plurifustal y muy difícil de encontrar los de tipo monofustal. Ello trae como consecuencia que la disponibilidad de ejemplares maderables para artesanía es cada vez menor. De este modo, a diferencia de lo que ocurría hace solo una o dos décadas atrás, actualmente en los centros de venta de los productos artesanales, es cada vez más difícil encontrar piezas de tamaño grande, lo que afecta negativamente a las personas involucradas en la cadena productiva y distributiva.

Es así como se genera la necesidad de estudiar en qué medida la aplicación de técnicas silviculturales puede revertir esta situación, posibilitando la generación de bienes y servicios de mejor calidad y en forma sustentable; permitiendo, al mismo tiempo, la recuperación de los ecosistemas con la presencia de guayacán. Así, se contribuye a combatir los procesos de desertificación que afecta a gran parte de la zona árida de Chile.

La regeneración natural por semillas de la especie es prácticamente inexistente en los ambientes donde se desarrolla. Esta situación es habitual para las especies arbóreas que crecen en zonas áridas y semiáridas (Vita, 1993; Vita, 1997). En cambio, la regeneración natural vegetativa constituye una efectiva opción para mantener y rejuvenecer una población arbórea en las zonas áridas. No obstante, no permite la instalación de nuevos ejemplares más allá del lugar donde se encuentra el individuo en el momento de la corta. Por tal motivo, el enriquecimiento mediante la plantación de ejemplares producidos en vivero, constituye una práctica que generalmente está ligada en forma complementaria a la intervención silvicultural de los árboles presentes en un sitio.

## **MATERIAL Y METODO**

### **Características Generales de los Sitios con Presencia de Guayacán**

El guayacán se encuentra distribuido en gran parte de lo que constituye la zona de clima mediterráneo árido de Chile, donde las precipitaciones medias anuales varían desde 80 mm en la parte norte a 250 mm en la parte sur, con 8 a 9 meses secos. La fisiografía general corresponde a serranías, con algunos llanos interiores, terrazas marinas costeras y tres valles transversales. Todo ello produce una gran diversidad de sitios donde el factor asoleamiento adquiere especial relevancia.

La vegetación, mayoritariamente corresponde a un matorral de altura media o baja, generalmente poco denso, con algunos sectores arbolados. La mayoría de las especies que componen este matorral son deciduas a la sequía. Por otra parte, la vegetación herbácea anual solo está presente en los períodos lluviosos, en tanto que las herbáceas perennes solamente se encuentran en áreas protegidas o manejadas en forma conservacionista. Por efectos de la agricultura migratoria, sobrepastoreo y cosecha indiscriminada de leña, esta vegetación se encuentra en un estado generalizado de degradación.

En ambientes áridos, la recuperación natural de la vegetación luego del cese de operación de los factores antrópicos degradantes, es muy lenta, pudiendo alcanzar los doscientos a trescientos años, cuando el estado original es de suelo desnudo (Rosenmann, 1983). Por tal motivo, necesariamente se debe recurrir a una recuperación asistida a través de intervenciones silviculturales.

### **Lugares Seleccionados para Instalar los Ensayos**

Como resultado de una prospección de los recursos de guayacán en la zona árida, como asimismo, de la opinión de una de las instituciones asociadas al Proyecto, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) IV Región, se seleccionaron para esta Región, cinco localidades

de ensayos. Esta selección se realizó sobre la base de las características del recurso guayacán presente y la disposición de los propietarios de los predios para colaborar en la ejecución y mantenimiento de las obras.

Es así como, los lugares escogidos fueron los siguientes, ordenados de sur a norte: Reserva Nacional Las Chinchillas, Comunidad Agrícola El Chiñe, Sociedad Agrícola y Ganadera El Tanque Ltda., Estación Experimental Agronómica Las Cardas y Comunidad Agrícola Caldera y Damas. De este modo, participan en el Proyecto representantes de los principales sistemas de tenencia de la tierra en el secano de la IV Región: Comunidades Agrícolas, Grandes Haciendas, Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas y Estación Experimental.

Los dos primeros lugares mencionados se encuentra en la Provincia del Choapa, mientras que las restantes están en la Provincia del Limarí. En la Provincia del Choapa es común la presencia de matorrales esteparios arborescentes (Gajardo, 1983) con existencia de especies esclerófilas; mientras que, en la Provincia del Limarí, predominan matorrales esteparios constituidos preferentemente por arbustos deciduos a la sequía. Los ensayos ubicados más al sur se encuentran en localidades donde las precipitaciones medias anuales superan los 200 mm; en cambio, las ubicadas más hacia el norte, difícilmente alcanzan los 100 mm anuales.

Las localidades de El Chiñe, El Tanque y, en menor medida, Las Cardas, tienen influencia marina, mientras que las restantes presentan humedades relativas más bajas. En síntesis, considerando aspectos latitudinales y cercanía al mar, el lugar más húmedo corresponde a El Chiñe, en tanto que el más seco a Caldera y Damas.

### **Intervenciones Silviculturales**

Durante el invierno del 2005 se establecieron ensayos en las cinco localidades mencionadas, donde se intervinieron cuatro tipos de hábito de la especie: camefitizado, arbustivo, plurifustal y monofustal. En cada uno de ellos se realizaron dos tipos de intervenciones silviculturales: 1) cortas intermedias (clareos y podas) con el propósito de mejorar las condiciones de crecimiento de los ejemplares y 2) cortas totales (a la altura del tocón y a un tercio de la altura de los ejemplares) para determinar la capacidad de rebrote luego de la cosecha. Además, en la localidad más extrema en términos de aridez, Caldera y Damas, se instalaron dispositivos individuales para cosecha de aguas lluvia.

En el Cuadro N° 1, se resume las intervenciones realizadas en cada unidad de ensayo.

**Cuadro N° 1.**  
**TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN UNIDAD DE ENSAYO.**

Lugar	Intervención	Poda	Clareo y poda	Corta total	Corta 1/3 de la altura	Casilla
	Ejemplar					
Reserva Nacional Las Chinchillas	Camefitizados					
	Arbustivos		X	X	X	
	Plurifustales		X			
	Monofustales					
Comunidad Agrícola El Chiñe	Camefitizados	X		X	X	
	Arbustivos		X	X	X	
	Plurifustales		X	X		
	Monofustales	X				
Sociedad Agrícola El Tangué	Camefitizados				X	
	Arbustivos					
	Plurifustales		X	X	X	
	Monofustales	X				
Campo Experimental Las Cardas	Camefitizados			X		
	Arbustivos		X	X	X	
	Plurifustales		X	X		
	Monofustales					
Comunidad Agrícola Caldera y Damas	Camefitizados	X		X	X	X
	Arbustivos			X		X
	Plurifustales		X			
	Monofustales					

En cada unidad de ensayo se contaba con ejemplares testigos para cada uno de los tipos de hábitos los cuales fueron medidos para cuantificar las diferencias entre los crecimientos de los brotes de los ejemplares intervenidos y los testigos.

## Evaluaciones

El material utilizado para la realización de las pruebas estadísticas consistió en los datos recogidos de las unidades de ensayos del proyecto en el período comprendido entre los meses de agosto de 2005 hasta julio de 2006.

### Análisis de Elongación de Brotes

Considerando que los efectos más inmediatos que se producen en el árbol posterior a una liberación, son de tipo fisiológico, como la fotosíntesis y la respiración (Smith *et al.*,

1997; Vita, 1996; Vita, A. y Hernández, R. 2004) y que éstos se producen en rangos y tiempos diferentes en las distintas partes de un árbol (Kramer y Kozłowski, 1960), se procedió a evaluar los efectos de las cortas intermedias sobre la base de cuatro brotes seleccionados en cada uno de los árboles intervenidos y testigos, procurando que éstos quedaran distribuidos espacialmente en la forma más homogénea posible.

Este análisis estuvo orientado al crecimiento de brotes de ejemplares intervenidos a través de clareos, podas y casillas. Los ejemplares fueron medidos eligiendo para ello cuatro brotes de copa orientados según puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste). Estos brotes se midieron cada tres meses de manera de captar la magnitud de crecimiento de cada ejemplar.

Los datos de longitud de brotes usados para los análisis posteriores se promediaron por ejemplar. De esta manera se obtuvo un crecimiento promedio de brotes por ejemplar. Cada individuo fue considerado como una repetición, obteniéndose tantas repeticiones como ejemplares intervenidos por cada tratamiento silvícola.

Para realizar los análisis respectivos de cada unidad de ensayo se diseñó una prueba estadística basada en la Prueba T de Student considerando que esta prueba se ajusta bien a pruebas de hipótesis de pequeñas muestras. El caso que interesa en el presente estudio es contrastar la Hipótesis de Diferencia de Medias.

Para realizar esta prueba de hipótesis se supone que se tiene dos muestras aleatorias de tamaño  $N_1$  y  $N_2$ . Estas dos muestras provienen de poblaciones normales y tienen desviaciones típicas iguales. Además, se consideró realizar la Prueba T considerando las dos colas, puesto que los crecimientos de los brotes se espera que sean mayores a los de los testigos en su mayoría, pero no es descartable que los testigos presenten mayores crecimientos que los intervenidos. Se usó un porcentaje de confiabilidad de 95% para contrastar los resultados de las intervenciones.

## **Análisis de Rebrote**

Para la realización de análisis de los datos se realizaron análisis de presencia o no presencia de rebrote, calculando los porcentajes de rebrote respecto del total de ejemplares intervenidos. Esta información se analizó tratando de relacionar variables geográficas y de calidad de sitio. Adicionalmente, se realizaron análisis de correlación entre la presencia de rebrote en los ejemplares intervenidos y los diámetros máximos, altura y número de vástagos cortados por cada ejemplar. Por otra parte, se realizaron análisis de correlación entre la longitud máxima de brotes y los diámetros máximos, altura y número de vástagos cortados para cada ejemplar. De esta forma se trata de ver si la presencia de brotes y la longitud máxima de brotes es explicada por los diámetros máximos cortados, altura y número de vástagos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Elongación de Brotes

Para presentar los resultados de elongación de brotes se agrupó los resultados de acuerdo al tipo de tratamiento y de individuos intervenidos.

### Camefitizados – Poda

En este tipo de ejemplares los crecimientos registrados para distintas zonas fueron diferentes. Es así como para los ejemplares ubicados en El Chiñe, los crecimientos de los intervenidos fueron menores que los testigos, mientras que para los ejemplares ubicados en la C.A. Caldera y Damas los crecimientos de los intervenidos fueron alrededor del doble que los testigos. Por otra parte, los resultados registrados en Las Chinchillas presentan crecimientos mayores en los ejemplares testigos. Los resultados obtenidos no alcanzan a ser significativamente diferentes al comparar los crecimientos de los ejemplares testigos e intervenidos.

**Cuadro N° 2.**  
**CRECIMIENTOS PROMEDIOS EN CENTIMETROS PARA EJEMPLARES CAMEFITIZADOS INTERVENIDOS A TRAVÉS DE PODA.**

Lugar \ Camefitizados	Testigos	Poda	Diferencias significativas
El Chiñe	0,84	0,34	No
Caldera y Damas	0,37	0,63	No
Las Chinchillas	3,68	0,29	No

### Arbustivos - Clareo y Podas

Para este tipo de intervenciones fue posible observar que los crecimientos de los ejemplares intervenidos son mayores que los crecimientos de los testigos. Si embargo, estos crecimientos no alcanzan a ser significativamente diferentes.

**Cuadro N° 3.**  
**CRECIMIENTOS PROMEDIO EN CENTIMETROS PARA EJEMPLARES ARBUSTIVOS INTERVENIDOS A TRAVÉS DE CLAREO Y PODA.**

Lugar \ Arbustivos	Testigos	Clareo y poda	Diferencias significativas
El Chiñe	0,09	0,39	No
Las Chinchillas	0,22	0,36	No
Las Cardas	0,20	0,23	No

### Plurifustales – Clareo y Poda

Para este tipo de intervenciones silvícolas, los crecimientos promedio registrados en los ejemplares intervenidos fueron todos mayores a los testigos excepto en una sola unidad de ensayo. Esta corresponde al Sector 2 de El Tangué. Sin embargo, las diferencias no son significativas.

**Cuadro N° 4.**  
**CRECIMIENTOS PROMEDIOS EN CENTIMETROS PARA EJEMPLARES PLURIFUSTALES**  
**INTERVENIDOS A TRAVES DE CLAREO Y PODA.**

Lugar \ Plurifustal	Testigos	Clareo y poda	Diferencias significativas
El Chiñe	0,04	0,15	No
Las Chinchillas	0,00	0,52	No
El Tangué Sector 1	0,40	0,69	No
El Tangué Sector 2	0,52	0,25	No
Las Cardas	0,08	0,10	No
Caldera y Damas	0,80	0,93	No

#### Monofustal – Podas

En este tipo de intervenciones aplicadas a ejemplares monofustales los resultados no muestran una tendencia clara respecto a un mayor crecimiento de los ejemplares intervenidos. Es así como los crecimientos de los ejemplares intervenidos de la C.A El Chiñe y El Tangué Sector 1, presentan crecimientos menores que los testigos.

**Cuadro N° 5.**  
**CRECIMIENTOS PROMEDIOS EN CENTIMETROS PARA EJEMPLARES**  
**MONOFUSTALES INTERVENIDOS A TRAVES DE PODA.**

Lugar \ Monofustal	Testigos	Poda	Diferencias significativas
El Chiñe	0,46	0,41	No
El Tangué Sector 1	0,45	0,14	No
El Tangué Sector 2	0,45	0,49	No

#### Camefitizados – Casilla

Al igual que en el caso anterior, los crecimientos de los ejemplares testigos superaron a los crecimientos de los individuos sometidos a casillas de captación de agua. Sin embargo, en este caso las diferencias no son significativas.

**Cuadro N° 6.**  
**CRECIMIENTOS PROMEDIOS EN CENTIMETROS PARA EJEMPLARES CAMEFITIZADOS**  
**INTERVENIDOS A TRAVES DE CONSTRUCCION DE CASILLAS.**

Lugar \ Camefitizados	Testigos	Casilla	Diferencias significativas
Caldera y Damas	0,37	0,03	No

#### Arbustivos – Casilla

Este tipo de intervención fue aplicada sólo a ejemplares de la C.A. Caldera y Damas. Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que existen mayores crecimientos en los testigos que en los intervenidos con la técnica de construcción de casillas. Estas diferencias además son significativas con un nivel de confiabilidad del 95%.

Estos resultados podrían explicarse por la ausencia de lluvias durante el periodo evaluado, con lo cual el tratamiento no puede expresar su efecto. Durante el periodo de sequía las casillas podrían tener un efecto negativo sobre los ejemplares al dejar sus raíces más expuestas a la insolación.

**Cuadro N° 7.**  
**CRECIMIENTOS PROMEDIOS EN CENTIMETROS PARA EJEMPLARES ARBUSTIVOS**  
**INTERVENIDOS A TRAVES DE CONSTRUCCION DE CASILLAS.**

Lugar \ Arbustivos	Testigos	Casilla	Diferencias significativas
Caldera y Damas	2,03	0,19	Si

#### Rebrotos

La evaluación de los rebrotos corresponde a la respuesta de los ejemplares frente a intervenciones de corta total a ras de suelo y cortas a 1/3 de su altura. De acuerdo a los datos obtenidos hasta el momento, un 75,29% de los ejemplares intervenidos a través de estas técnicas en las unidades de ensayo han presentado rebrote.



**Cuadro N° 8.**  
**PORCENTAJE DE REBROTE SEGUN UNIDAD DE ENSAYO.**

Lugar	N° Ejemplares con rebrote	N° Ejemplares intervenidos	Porcentaje de rebrote
Reserva Nacional Las Chinchillas	9	10	90,00%
C.A. El Chiñe	21	24	87,50%
Sociedad Agrícola El Tangué 1	8	8	100,00%
Sociedad Agrícola El Tangué 2	10	10	100,00%
Estación Experimental Las Cardas	5	14	35,71%
C.A. Caldera y Damas	11	19	57,89%
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>85</b>	<b>75,29%</b>

Tal como se aprecia en EL Cuadro N° 8, no es posible apreciar diferencias latitudinales respecto al rebrote. Las diferencias existentes se podrían deber principalmente a la calidad individual de los sitios. Las mejores respuestas se han obtenido en las unidades de ensayo "Sociedad Agrícola El Tangué", "Reserva Nacional Las Chinchillas" y "C.A. El Chiñe". Al analizar las cantidades de rebrote por cada tipo de hábito de crecimiento es posible observar que en términos globales, los que presentan una mejor respuesta medida como cantidad de rebrote son los plurifustales con 17,2 rebrotes en promedio por ejemplar. Al analizar las intervenciones dentro de cada tipo de ejemplar los camefitizados a los que se les aplicó corta a 1/3 de su altura son los que presentan un mayor promedio de rebrote. Al hacer un análisis por unidad de ensayo sobre la cantidad promedio de rebrote, se aprecia que en la unidad de ensayo "Sociedad Agrícola El Tangué" se registraron los promedio más altos de cantidad de rebrote.

**Cuadro N° 9.**  
**CANTIDAD PROMEDIO DE REBROTE SEGUN TIPO DE EJEMPLAR Y DE INTERVENCION.**

Tipo de ejemplar	Tratamiento	Promedio de cantidad de rebrote
Camefitizado	Corta 1/3	22,33
	Corta total	5,83
	Promedio camefitizado	15,00
Arbustivo	Corta 1/3	8,78
	Corta total	5,22
	Promedio arbustivo	7,00
Plurifustal	Corta 1/3	16,25
	Corta total	17,42
	Promedio plurifustal	17,20
Promedio general de cantidad de rebrote por ejemplar		12,18

Respecto al análisis de crecimiento de rebrotes y los datos recogidos en terreno, fue posible determinar que los tipos de hábito con mayor crecimiento de los rebrotes son los de tipo plurifustal. Además, dentro de los tipos de intervenciones que fueron corta total y corta a 1/3, es posible observar que los mejores resultados se obtienen en las cortas a 1/3 en todos los hábitos de crecimiento, excepto en los ejemplares arbustivos.

**Cuadro N° 10.**  
**LONGITUD MAXIMA PROMEDIO DE REBROTE SEGUN TIPO DE EJEMPLAR Y DE INTERVENCION.**

Tipo ejemplar	Intervención	Crecimiento máximo promedio (cm.)
Camefitizados	Corta 1/3	6,03
	Corta total	2,00
Total Camefitizados		4,30
Arbustivo	Corta 1/3	1,30
	Corta total	2,53
Total Arbustivo		2,12
Plurifustal	Corta 1/3	10,00
	Corta total	8,97
Total Plurifustal		9,15
Total general		4,82



El análisis de correlación lineal múltiple arrojó los siguientes resultados: Se determinó que la variable respuesta "cantidad de rebrote por ejemplar" es explicada en un 54,3% por las variables: "diámetros máximos cortados", "altura" y "número de vástagos cortados". Además la variable respuesta "Longitud máxima de los rebrotes" es explicada en un 62,58% por las variables "diámetros máximos cortados", "altura" y "número de vástagos cortados".

## CONCLUSIONES

La aplicación de poda en ejemplares tipo camefitizado y en los monofustales, hasta el momento no muestra una tendencia clara en los resultados, por cuanto en unas localidades los brotes de los intervenidos se han desarrollado más que en los testigo, pero en otras localidad ha ocurrido lo contrario.

La aplicación de clareo y poda en ejemplares arbustivos y plurifustales, se ha traducido, en casi todos los casos, en un mayor incremento de brotes en los intervenidos, aunque dichas diferencias hasta el momento no alcanzan a ser significativas.

En ejemplares tipo camefitizados y arbustivos donde se efectuó una casilla para cosechar aguas de escorrentía, en ausencia aún de lluvias el desarrollo de brotes ha sido inferior a los testigos.

La respuesta a las intervenciones de corta total arroja que un 75,29% de los ejemplares intervenidos presentaron rebrotes.

En cuanto a la respuesta medida como cantidad y altura de los rebrotes, los mejores resultados se obtuvieron en ejemplares plurifustales en la localidad de El Tangué.

Existe un 54,3 % de correlación entre la variable "cantidad de rebrote por ejemplar" y "diámetros máximos cortados", "altura" y "número de vástagos cortados". En cambio, se encontró un 62,58 % de correlación entre "Longitud máxima de los rebrotes" y las variables anteriores.

## REFERENCIAS

**Gajardo, R., 1983.** Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa Chilena. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 319 p. y Apéndices.

**Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski., 1960.** Physiology of Tree. McGraw – Hill Book Co., Inc., New York. N. Y.

**Rosenmann, E., 1983.** Estudio de la Dinámica de la Vegetación en el Sector Costero de la Región de Coquimbo. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 100 p.

**Smith, D., Larson, B., Kelty, M. and P. Ashton, 1997.** The Practice of Silviculture. Applied Forest Ecology. 9ª ed. John Wiley and Sons, New York. 537 p.

**Vita, A., 1993.** Ecosistemas de Bosques y Matorrales Mediterráneos y sus Tratamientos Silviculturales en Chile 2ª. Ed. Parte I: Ecosistemas de Bosques y Matorrales Mediterráneos. Proyecto CONAF/PNUD/FAO/83/017. Documento de Trabajo N° 21. 235 p. y Apéndice.

**Vita, A., 1996.** Los tratamientos Silviculturales. 2ª ed. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Silvicultura. 147 p.

**Vita, A., 1997.** Silvicultura de Formaciones Nativas. In: Valdebenito, G. y Benedetti, S. (Eds). Forestación y Silvicultura en Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. CORFO-INFOR.: 257-273.

**Vita, A. e I. R., Hernández, 2004.** Tratamientos Silviculturales en el Bosque de Olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Parque Nacional Fray Jorge. In: Squeo, F., J. Gutiérrez e I.R. Hernández: Historia Natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. Ediciones Universidad de La Serena 17: 293-306.





---

# EL ENFOQUE ECOSISTEMICO EN EL MANEJO FORESTAL EN CENTROAMERICA

Campos, J., Villalobos, R. y Louman, B. Catedra Latinoamericana de Manejo Diversificado de Bosques Tropicales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), jcampos@catie.ac.cr, www.catie.ac.cr

---

## RESUMEN

El enfoque ecosistémico (EE) es un concepto relativamente nuevo en América Central, sin embargo muchos de sus principios han sido ya considerados en numerosas iniciativas de desarrollo forestal sostenible (MFS) en la Región. El desarrollo e implementación del EE en MFS en el corto y mediano plazo enfrenta muchos desafíos, como un alto crecimiento de la población, fuertes tasas de deforestación, economías pequeñas y estancadas, factores que se combinan con pobreza rural y debilidad institucional. Esto debiera justificar que se de una mayor atención a los aspectos sociales, económicos e institucionales relacionados con EE en MFS en la Región.

Los procesos de cambios legislativos que han promovido descentralización del manejo forestal, a través de concesiones forestales comunitarias en Guatemala y mediante los gobiernos locales en Honduras y Nicaragua son buenos ejemplos de herramientas de conducción de EE – MFS. Otra herramienta importante para progresar hacia el EE – MFS en esta región ha sido el uso de mecanismos financieros, particularmente en Costa Rica y Guatemala, mereciendo especial atención el desarrollo de instrumentos de mercado (Ej. Pago por servicios ambientales) que proveen una compensación financiera por los servicios ambientales que los ecosistemas forestales pueden proporcionar a la comunidad. Importantes desarrollos se han producido también respecto del establecimiento de instituciones que promueven la integración regional (entre países) y la implementación de aproximaciones ecoregionales, en ambos casos reconociendo que los esfuerzos de conservación requieren de más largas escalas espaciales y temporales y enfoques más integrados para el manejo de los recursos naturales (Ej. El corredor biológico mesoamericano, con sus numerosas iniciativas a diferentes escalas nacionales y locales).

Al nivel de la unidad de manejo forestal se han logrado avances de importancia en materia de desarrollo de tecnologías, legislación y mecanismos de mercado, como la certificación forestal que ha permitido una mayor protección de la estructura y funciones de los bosques mediante la implementación creciente de buenas prácticas forestales. Sin embargo, los reforzamientos legales y la promoción de incentivos para reducir cortas y comercializaciones ilegales de productos forestales, continúan siendo una prioridad de acción.

Los procesos crecientes de fragmentación de bosques, la pequeña escala de las unidades de manejo forestal y la importancia de la interacción múltiple en el nivel de paisaje, lleva a sugerir que la promoción de EE – MFS debiera alcanzar mejores resultados si es articulado mediante iniciativas actuales y futuras de planificación de uso de la tierra y de manejo que tengan un enfoque más amplio e integrado, como las reservas de la biosfera, el manejo intergrado de cuencas, los bosques modelos y los corredores biológicos.



Se requiere de mayores esfuerzos en I & D para enfrentar la complejidad de usos y dudas que afectan el EE – MFS, para construir capacidad y ampliar la comunicación con los diversos grupos de interés, incluidos quienes hacen las políticas. Además, el apoyo al fortalecimiento de las organizaciones de productores y sus capacidades de emprender, la promoción de alianzas de aprendizaje y esfuerzos orientados al escalamiento de experiencias en iniciativas seleccionadas son la clave para el éxito del EE – MFS en América Central.

## SUMMARY

The ecosystem approach (EA) is a relatively new concept in Central America; however, many of its principles have already been taken into account in many sustainable forest management (SFM) initiatives in this Region. Further development and implementation of an EA in SFM in the short and medium term faces many challenges, including high population growth, high deforestation rates, small and stagnant economies, combined with rural poverty and weak institutions. This might justify that greater attention should be given to social, economic and institutional issues related to EA-SFM in this region.

The processes of changes in legislation that promoted decentralization of forest management through community forest concessions in Guatemala and through local governments in Honduras and Nicaragua are good examples of drivers of the EA-SFM. Another important driver for the progress towards the EA-SFM in this region has been the use of financial mechanisms, particularly in Costa Rica and Guatemala, deserving especial attention the development of market instruments (e.g. payment for environmental services) that provide a financial compensation for the environmental services that forest ecosystems provide to society. Important developments have also taken place regarding the establishment of institutions promoting regional integration (among countries) and the implementation of ecoregional approaches, both acknowledging that conservation efforts require larger spatial and temporal scales and more integrated approaches to the management of natural resources (e.g. the Mesoamerican Biological Corridor with its many initiatives at different national and local scales).

At the forest management unit level there have been important advances regarding the development of technologies, legislation and market mechanisms such as forest certification, that have resulted in increased protection of forest structure and functions, through an increasing implementation of good forest practices. However, law enforcement and further promotion of incentives to reduce illegal logging and trade of forest products continue to be a priority for action.

The increasing process of forest fragmentation, the small size of the forest management units and the relevance of the multiple interactions at the landscape level, lead us to suggest that the promotion of EA-SFM might achieve better results if it is articulated within current and future land use planning and management initiatives that have a broader and more integrated scope, such as biosphere reserves, integrated watershed management, model forests and biological corridors.

More efforts are required in R&D to address the complexity of issues and uncertainties affecting EA-SFM, to build capacity and enhance communication with the diversity of



stakeholders, including policy-makers. Furthermore, support for strengthening organizations of producers and their entrepreneurial capacity, the promotion of learning alliances and further collaborative efforts aiming at scaling-up and scaling-out experiences in selected pilot initiatives are key for EA-SFM to succeed in Central America.

## INTRODUCCION

A partir de Río 92, diversidad de convenciones y foros intergubernamentales, han generado nuevos paradigmas en el sector forestal que inciden gradualmente en las tendencias de manejo y las políticas relativas a los recursos forestales: Uno de los foros más relevantes es la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), la cual propone el Enfoque Ecosistémico (EE) como marco de referencia para lograr sus objetivos. Este es un concepto relativamente nuevo en América Central y desconocido para la mayoría de los actores, sin embargo muchos de los elementos que se contemplan en sus principios ya se manifiestan en las iniciativas de manejo forestal sostenible (MFS) en esta Región, en particular durante la última década.

Los principios del enfoque ecosistémico, en su versión más resumida son:

1. La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de la tierra, el agua y los recursos vivientes debe quedar en manos de la sociedad.
2. La gestión debe estar descentralizada hasta el nivel apropiado más bajo.
3. Quienes manejan el ecosistema deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes.
4. Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico.
5. La conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debe ser prioritaria.
6. Los ecosistemas deben ser manejados dentro de los límites de su funcionamiento.
7. El enfoque ecosistémico debe ser aplicado a las escalas espaciales y temporales apropiadas.
8. Dadas las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan los procesos ecosistémicos, los objetivos de manejo deberían establecerse para el largo plazo.
9. En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable.

10. En el enfoque debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su integración.
11. Deben tomarse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluido el conocimiento científico, indígena, local, las innovaciones y las prácticas.
12. En el enfoque ecosistémico deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes.

El grado de aplicación de los principios del EE sin embargo, es afectado por condiciones prevaletientes en la Región, entre ellas la alta tasa de deforestación y de degradación de ecosistemas forestales, que se estimó en 341 mil hectáreas anuales (1,6 %) para la década 1990-2000 y ha resultado en una cobertura forestal de apenas 34,9% (FAO, 2002).

Entre las causas de esta degradación están las políticas que han favorecido el desarrollo agropecuario y la colonización, antes que el manejo de los ecosistemas forestales (Campos et al., 2001), proceso exacerbado por la necesidad de obtener recursos por parte de una población que se incrementa un 2,1% anual (FAO 2001) y que para el 2001 estaba en un 60% bajo la línea de pobreza en 6 de los 7 países (PNUD 2003). En la Región imperan economías muy pequeñas, rezagadas y casi estancadas, un proceso intenso de apertura comercial, instituciones débiles y deficientes para ejercer un control adecuado de la tala y comercio ilegal de productos forestales. La distribución de los derechos de uso y propiedad de la tierra es desigual (Mendieta, 1993; Miller et al. 2001), con 80% de la tierra en manos de grandes terratenientes en el año 1976 (Mora-Escalante y Salas 1996, citado en UICN 2000).

Aún en medio de este panorama, se han experimentado importantes avances, particularmente durante los últimos 10 a 15 años. Aunque todavía en la década de los 80 no se tenían grandes logros sobre MFS (Poore et al., 1989), hoy existen en la región 691.346 ha de bosques naturales y plantaciones forestales certificadas por el Forest Stewardship Council (FSC 2004), donde sobresalen las concesiones comunitarias del norte de Guatemala. Además, FAO (2001) estima que 13% del área boscosa se encuentra bajo planes de manejo y se ha establecido 462.000 ha de plantaciones forestales, principalmente en Costa Rica y Guatemala, donde se ha fomentado la actividad por medio de incentivos económicos (FAO, 2002). También se ha avanzado en la implementación de lineamientos y de criterios e indicadores de MFS, tanto en el ámbito regional, representado por el Proceso de Lepaterique, como en el nivel nacional (Louman et al, 2002).

También hay importantes cambios tendientes a la modernización y apertura de las instituciones públicas, acompañados de un proceso promisorio de integración regional (entre países), del fortalecimiento de los gobiernos municipales (particularmente en Honduras y Nicaragua), así como de las organizaciones del sector productivo privado (particularmente en Costa Rica y Guatemala) y de la sociedad civil en general. Lo anterior ha permitido una mayor participación en el diálogo político y en el manejo de los recursos forestales (por ejemplo, las mencionadas concesiones comunitarias), el desarrollo de instrumentos financieros que propician una valoración y pago por los servicios de los ecosistemas forestales,

particularmente en Costa Rica (Campos *et al.*, 2001) e iniciativas que promueven enfoques ecorregionales para el manejo sostenible de los recursos naturales, como el Corredor Biológico Mesoamericano (Miller, Chang and Johnson, 2001), que a la vez ha fomentado el establecimiento de corredores biológicos locales y binacionales, con la participación de gran diversidad de actores.

Es significativo el potencial de los mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) y de otros instrumentos de mercado para promover el EE en la región. El PSA resulta entendible para la sociedad y para los tomadores de decisión pues se enfoca en los beneficios que esta recibe de los ecosistemas, además, si los responsables de manejar y conservar los recursos forestales perciben beneficios económicos netos por mantener el flujo de servicios para la sociedad, se facilita la implementación de prácticas sostenibles (Nasi *et al.*, 2002; Rodríguez, 2002).

Grandes retos aun persisten, particularmente en cuanto a un procesamiento e industrialización más eficiente de la madera, mayor competitividad en la gestión especialmente de pequeñas y medianas empresas, acceso a mercados que recompensen un mejor desempeño ambiental y social, establecimiento de más plantaciones forestales y aumento del área de bosques naturales bajo MFS, particularmente en los países con mayor área de bosques, como Nicaragua y Honduras (Valle *et al.*, 2001; Ortiz *et al.*, 2002). Por otro lado, el conocimiento silvicultural de algunos ecosistemas forestales (i.e. manglares) es aun incipiente, mientras que su estado de conservación es muy pobre (Paniagua *et al.*, 2001).

Adicionalmente, la Región cuenta actualmente con 22% de su extensión (13 millones de ha) como áreas protegidas, aunque falta mucho para consolidarlas y lograr sus objetivos de conservación, de beneficios para las poblaciones aledañas, e incorporar su manejo en estrategias integrales en escala de paisajes, tal como lo pretende el Corredor Biológico Mesoamericano, en coherencia con el equilibrio e integración entre uso y conservación que propone el EE.

Debido al alto grado de fragmentación de los paisajes forestales, al tamaño pequeño de las unidades de manejo y a la relevancia de las múltiples interrelaciones entre los componentes de estos paisajes (actores, usos de la tierra, escalas y disciplinas) (Sayer and Campbell, 2003), el MFS basado en el EE será de mayor provecho si se articula como parte de una gestión territorial a escala de paisaje, como por ejemplo las reservas de biosfera, cuencas hidrográficas, bosques modelo y corredores biológicos que se vienen implementando en la Región. El ordenamiento territorial debidamente planificado e implementado constituye un marco fundamental para la conservación y manejo sostenible de los bosques (Miller *et al.* 2001, PNUD 2003), según Vargas, (1992) 49% de la tierra centroamericana está sub- o sobreutilizada.

Por lo tanto, los principales desafíos para el desarrollo del EE en relación con el MFS en América Central son de naturaleza social y económica, lo cual requiere de ajustes institucionales y en las políticas, para crear un entorno favorable al MFS, incluyendo el acceso a servicios técnicos y financieros para los productores forestales (particularmente los pequeños y medianos) y claridad en los derechos de propiedad y uso de estos recursos (Campos *et al.*, 2004).



## LOS ACTORES DEL MANEJO FORESTAL

Los principales actores involucrados en la evolución del MFS centroamericano se agrupan en los sectores académico y científico, gubernamental, instituciones no gubernamentales, industria, organizaciones de productores y cooperación internacional. Para que el MFS sea aceptado y respetado por la sociedad como una estrategia de desarrollo, conforme al primer principio del EE, la historia centroamericana revela que estos actores necesitan condiciones e información mínimas que propicien un entorno favorable a este proceso (Nilson, 1999; Mora and Salas, 1996).

Probablemente el sector empresarial e industrial ha sido el último en manifestarse como tal en relación con el MFS, dado que este sector no tubo mayor consideración administrativa o técnica sobre el manejo adecuado durante la mayor parte de la historia. En Centroamérica la información sobre el significado del MFS se empezó a canalizar a fines de los años 80 a través de instituciones académicas, la cooperación internacional y algunas ONG, que ayudaron a generar conciencia sobre el tema y desarrollar de criterios técnicos adaptados a los ecosistemas locales.

Las escuelas universitarias de ingeniería forestal en Centroamérica se constituyeron en su mayoría en la década de los 70, siendo en algunas regiones las primeras en establecer planes de manejo forestal y áreas demostrativas, con potencial de contribuir al balance uso-conservación sugerido en el principio 10 del EE. A escala regional, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) ha sido determinante en la investigación y desarrollo para el manejo sostenible de plantaciones forestales y bosques naturales, planteando desde un inicio un enfoque multifuncional de estos ecosistemas, dando énfasis al fortalecimiento del capital humano y la creación de operación de redes de cooperación horizontal entre los diversos actores en la región (Galloway, 2002), propia del espíritu de los principios 11 y 12 del EE.

Conforme el sector científico y académico internacional promovió los conceptos de MFS, estos se incorporaron en las academias locales, con influencia de la cooperación técnica internacional; desde ahí, estos conceptos empezaron a incidir sobre las políticas y legislación gubernamentales. Simultáneamente, los grupos ambientalistas han ejercido presión, llamando la atención por la degradación creciente de los ecosistemas forestales. Todo lo anterior ha redundado en una creciente reglamentación sobre el acceso y uso del recurso forestal, que aunada a su deterioro y escasez crecientes y a las incipientes tendencias de mercados más concientes, han provocado las primeras iniciativas de grupos empresariales por organizarse y asumir prácticas sostenibles de manejo. Paralelamente ha evolucionado la organización de pequeños productores forestales, la cual, sin embargo, sigue siendo aún insuficiente para avanzar hacia la sostenibilidad.

Algunas iniciativas relevantes de la cooperación internacional se enmarcan entre los llamados Integrated Conservation and Development Projctcs (ICDP); tales como el proyecto BOSCOA (1989 – 1995) realizado en el sur de Costa Rica entre 1989 y 1995 por la Fundación Neotrópica, junto con WWF y USAID, y que planteó el MFS como herramienta para conservar la cobertura forestal y promover el desarrollo en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado (Donovan y Buschbacher 1989). Como otros ICDP, su experiencia reveló que el desarrollo rural es mucho más complejo y lento en su abordaje que el MFS, de modo que los resultados de mediano plazo, en atención a los principios 4 y 8 del EE, se

optimizan al enfocar esfuerzos en el MFS, que a su vez requiere incentivos para hacerlo viable dentro del sistema productivo del campesino, de aquí surgió una de las primeras propuestas de sistema de pago por servicios ambientales (PSA) (Campos, 1992).

Otra enseñanza de los ICDP es la importancia de la organización y capacitación comunal en torno a un proceso productivo como el MFS, cuya relevancia sólo resulta visible en el mediano plazo, cuando la mayor parte de los proyectos ya han finalizado. Por otra parte, para que el MFS se consolide en las estrategias de vida de las comunidades, se requieren incentivos efectivos de corto, mediano y largo plazo, que ataquen las causas de la deforestación y degradación forestal. Han resultado además fundamentales la comunicación y colaboración entre proyectos, actores locales, regionales y nacionales, y la gestión participativa del MFS, contemplando su integración con diversos elementos del paisaje y un abordaje intersectorial e interdisciplinario.

El proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, otro ejemplo de ICDP, ejecutado durante los años 90 por CATIE, junto con varios colaboradores locales y con financiamiento de los países escandinavos, demostró la viabilidad de realizar MFS en bosques de menos de 50 ha, como parte integral de sistemas diversificados de finca agropecuaria, más aún cuando los finqueros hacen un procesamiento previo de la madera para venderla a mejores precios. Este proyecto encontró que para constituir en agentes de conservación del bosque a las comunidades del norte de Guatemala, estas debían contar con algunos servicios básicos fundamentales, una agricultura más sustentable y rentable, y con acceso legal al recurso forestal.

Dicho proyecto fue uno de los pioneros del proceso de concesiones forestales comunitarias, mediante las cuales los grupos comunales logran acceso legal y organizado al bosque, el cual protegen y aprovechan, de manera muchas veces más eficaz que el Estado en las áreas protegidas; lo que a la vez les ha permitido mejorar sus capacidades de organización, gestión empresarial, silvicultura y conciencia ambiental (Monroy, 2001; Reyes, Ammour, 1997; Jiménez, Reyes, 2001; CATIE, CONAP, 2001), a la vez que promueven su desarrollo socioeconómico (fuentes de empleo e ingresos, infraestructura comunal, mayor capacidad técnica, organizativa y administrativa, cambio de la percepción de los beneficios del bosque) (Carrera *et al.*, 2002).

En procesos como el que se vive en el norte de Guatemala, el MFS se consolida cada vez más como una opción defendida y realizada por las comunidades, en cuyas organizaciones el Estado ha delegado la administración del bosque, los actores visualizan la estrecha interdependencia entre los sistemas agrícolas y forestales, la necesidad de que ambos sean rentables y por lo tanto bien administrados en términos ecológicos y financieros, y los campesinos asumen la conservación de la biodiversidad, constituyéndose en una de las manifestaciones más maduras de un EE (Carrera *et al.*, 2002; Carrera *et al.*, 2001).

El proyecto Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero en Costa Rica (COSEFORMA) ejecutado por la GTZ alemana, el Ministerio del Ambiente y Energía, la Cámara Costarricense Forestal y el Instituto Tecnológico de Costa Rica, promovió la eficiencia industrial en la producción y el procesamiento, el desarrollo de mercados y la certificación para productos forestales. En Honduras, el Proyecto Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL), financiado por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, realizó una importante capacitación y formación de recursos humanos en aspectos de manejo forestal en el litoral Atlántico.

Entre iniciativas locales innovadoras de los últimos años, la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central, procura una retribución equitativa a los productores con MFS en el norte y centro de Costa Rica, conforme al principio 4 del EE. Para ello ha promovido conceptos como la compra de madera por adelantado, donde el productor percibe un ingreso previo a la cosecha que contribuye a subsanar el problema de flujo de caja, y la certificación grupal de pequeños productores, quienes reciben asistencia técnica y logística en aspectos de certificación, MFS y el acceso a incentivos como el PSA (Campos *et al.* 2004).

Estas iniciativas permiten constituir una nueva figura de propietario forestal, que valora al bosque como sistema productivo, a menudo en complemento con otros sistemas agropecuarios en la conformación de fincas más sostenibles (Miller *et al.* 2001, Repetto y Gillis 1998, Sandoval 2000). El papel de las ONG, con el aporte de la cooperación internacional, evoluciona así desde estrategias paternalistas o que idealizaban de manera irreal las capacidades empresariales de los grupos comunitarios, hasta modelos que promueven las capacidades técnicas y empresariales de los usufructuarios del bosque, sean estos grupos comunitarios, pequeños propietarios o incluso medianos o grandes empresarios.

Surgen además nuevos conceptos de ONG, fruto de la iniciativa privada de los mismos propietarios del bosque, tal es el caso de la Asociación Costarricense de Reservas Privadas, que representa los intereses de 120 propietarios privados que voluntariamente conservan cerca de 60.000 ha de bosques naturales, alrededor de 50% de ellos para ofertar servicios a la creciente actividad turística. Esta Red ha servido como base para iniciar la Red Centroamericana de Reservas Naturales Privadas (Sandi, 2003).

Los grupos "ambientalistas" también han jugado un rol fundamental, llamando constantemente la atención sobre las deficiencias en los sistemas de control y administración del recurso forestal, y actuando como fiscales permanentes de las iniciativas que inciden sobre el estado de los bosques. Tal fue el caso de las presiones ejercidas para evitar que la empresa Ston Forestal estableciera una planta de astillado de pulpa de madera de sus plantaciones en el Sur de Costa Rica, alegando que podría tener un gran impacto ecológico en el Golfo Dulce. Otras luchas abordadas por estos grupos resultan polémicas, como por ejemplo la que resultó en la eliminación del PSA para bosques bajo MFS en Costa Rica y que priva de este incentivo a quienes conservan los bosques no por medio de su protección absoluta sino del MFS; este bien puede ser un paso atrás, con respecto a la valoración multifuncional de los bosques (Campos *et al.*, 2004).

Uno de los elementos más relevantes en la evolución reciente del MFS lo constituye la organización de los pequeños productores, para gestionar una legislación más favorable a sus necesidades a través del diálogo político y para apoyarse mutuamente en el mejoramiento de sus capacidades empresariales. En tal contexto deben mencionarse organizaciones locales como la Junta Nacional Forestal Campesina (JUNAFORCA) en Costa Rica, que ha promovido una visión integradora del bosque primario y secundario como elemento de la finca agrícola, o la Asociación de Comunidades Forestales de El Petén (ACOFOP), que representa a 22 comunidades de esa zona guatemalteca y contribuye a su fortalecimiento en el proceso de las concesiones forestales.

En la escala regional, tiene particular relevancia política la Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana (ACICAFOC),

organización de base que desde 1994 busca facilitar el acceso a servicios técnicos y financieros de estos sectores e “*impulsa el ecodesarrollo y el empoderamiento de las comunidades, ... basado en sus experiencias, como respuesta práctica a la vulnerabilidad socio-ambiental y cultural de la región*”<sup>1</sup>.

Los productores también se han organizado para mejorar técnicas de producción, procesamiento y comercialización, como por ejemplo en las concesiones forestales comunitarias de Guatemala, en la Cooperativa Regional Agroforestal Colón Atlántida Honduras Limitada en la región caribeña de ese país, algunos grupos indígenas en La Mosquitia Hondureña, y la Comisión para el Desarrollo Forestal de San Carlos en Costa Rica, organización regional que representa más de 500 asociados. Muchos de estos grupos, sin embargo, aun no están consolidados, y fortalecer la organización de pequeños y medianos productores forestales es aun un tema prioritario, particularmente ante la reducción predominante en los servicios del Estado.

## CAMBIOS CLAVE EN LA MENTALIDAD

La raíz de muchos obstáculos para un manejo forestal más sostenible y coherente con el EE en la Región es de carácter cultural histórico, dado que los modelos de desarrollo promovidos durante la historia post-colonial, hasta hace poco no consideraron al bosque como un sistema productivo, sino más bien como un obstáculo para el uso de las tierras con fines agrícolas o urbanos. Con excepción de unas pocas especies de maderas consideradas preciosas, la mayor parte del recurso maderero fue quemado, en aras del cambio de uso de tierras forestales a agrícolas. Hubo incentivos estatales para este cambio tales como “derechos de uso o de propiedad” a los cuales accedían quienes eliminaban áreas de bosque prístino, como parte de las políticas de colonización que predominaron hasta al menos la mitad del siglo XX. Tal sub-valoración, aunada a la abundancia aparente de la madera durante la mayor parte de la historia, favoreció sus bajos precios. Esta situación está cambiando, particularmente en las áreas más deforestadas, como Costa Rica, donde la escasez de las especies más valiosas ha permitido el ingreso de mayor diversidad de especies al mercado lo cual a su vez mejora la viabilidad del MFS y reduce la presión sobre muchas especies tradicionales cuyas poblaciones están amenazadas.

Por lo tanto, es probable que el cambio fundamental, con el cual se inicia la constitución de un entorno más favorable al MFS, es la reducción de incentivos históricos al cambio de uso de tierras forestales a agrícolas, y la percepción creciente, por parte del estado y de la sociedad en general, del bosque como un sistema que produce bienes y servicios relevantes. El MFS es aún un concepto nuevo, que no ha tenido tiempo suficiente para difundirse y ser comprendido ni por parte de muchos propietarios del bosque, ni por la mayoría de la sociedad, un concepto con cerca de quince años de estarse promoviendo en los foros científicos, académicos y políticos, en contraposición a una cultura de culto a la deforestación de 500 años (Campos *et al.*, 2002).

Este proceso avanza paulatinamente y con algunos tropiezos; como ejemplo de ello, aunque en la Costa Rica actual está prohibido el cambio de uso de áreas forestales, aún

<sup>1</sup> <http://www.acicafoc.net/home.php>, consultado el 30 de junio 2004.

generan polémica disposiciones políticas que permiten algún grado de cambio para infraestructura turística, y algunos propietarios de bosque usan ardidés para disimular su eliminación paulatina. Este tipo de comportamiento conlleva, además de los elementos culturales descritos, la percepción de que el bosque es aun un tipo de uso de la tierra poco competitivo o rentable y a la vez se convierte en una competencia desleal contra aquellos que ofrecen productos de fuentes legales. Tal menosprecio es particularmente fuerte en relación con el bosque secundario, pese a que diversos estudios demuestran su potencial productivo (Finegan, 1992).

Por lo tanto, un reto pendiente es la competitividad del sector forestal, afectada ya sea porque en algunas regiones el mercado de maderas aun no se diversifica lo suficiente, por el bajo precio de las maderas (que tradicionalmente no considera el costo del buen manejo), o porque muchas iniciativas forestales comerciales adolecen de poca capacidad técnica para el MFS, ineficiencia empresarial y cadenas productivas inadecuadas. Por otra parte, los mercados evolucionan de manera dinámica y los productores deben organizarse y actualizarse en torno a estrategias acordes con condiciones como los tratados de libre comercio. A tono con los principios 4 y 9 del EE, en el futuro solo será viable un MFS en manos de productores prósperos, bien capacitados y con capacidad de gestión empresarial; no de campesinos pobres en condiciones de subsistencia.

Aunque se avanza en el desarrollo de capacidades técnicas y empresariales, aun los productores forestales afrontan altos costos de transacción, agravados por trámites complejos y excesivos. Se ha evolucionado desde políticas que fomentaban la deforestación hacia otras que pretenden proteger el bosque, pero que mal aplicadas o reglamentadas propician la corrupción y las actividades ilegales de extracción, transporte y comercio de madera. Es menester aprovechar toda la experiencia acumulada y la tecnología existente para desarrollar mecanismos de control de bajo costo (para el estado y para los productores), eficientes y que no den ventaja a quienes promueven la ilegalidad.

En este sentido se destacan las políticas tendientes a descentralizar el control de la actividad forestal, tales como el sistema de regentes forestales de Costa Rica, que son técnicos privados que gozan de fe pública para el monitoreo técnico del MFS, o el Fondo de Manejo Forestal en Honduras. También las iniciativas para una mayor participación de las comunidades locales rurales en la administración del recurso forestal estatal, donde sobresalen las concesiones forestales comunitarias en el norte de Guatemala (Carrera *et al.*, 2002). Otras estrategias que amplían la participación de los actores de diversos ámbitos incluyen la conformación de redes de cooperación horizontal del sector forestal en Honduras y Nicaragua.

Una iniciativa actual interesante, afín al principio 4 del EE, es el Programa de Competitividad de las Pequeñas y Medianas Empresas Forestales<sup>2</sup>, realizado por CATIE con apoyo del BID en Guatemala, Honduras y Nicaragua, dirigido a desarrollar actitudes empresariales de los miembros que componen los eslabones de la cadena forestal. Se actualiza a los socios con información comercial de productos estrella, para motivar a

<sup>2</sup> Alejandro Santos. Comunicación personal.

2005. Líder Programa de Competitividad de las Pequeñas y Medianas Empresas Forestales en América Central. CATIE-IDB. Managua

abastecedores y procesadores a emprender un negocio conjunto, y experimentar como cadena productiva las responsabilidades que implica elaborar un producto en particular, de manera sostenible.

Ha sido difícil que los grandes avances en los conceptos técnicos de manejo se vean reflejados en las prácticas realizadas en el campo. Es por eso que los procesos para desarrollar estándares con principios, criterios e indicadores (C&I) constituyen un insumo valioso para orientar y monitorear las técnicas de manejo de manera práctica (McGinley, Finegan, 2002). En tal sentido se han dado esfuerzos de carácter regional, como el proceso de C&I de Lepaterique, y avances locales como el de los C&I de MFS que deben cumplirse por ley para la aprobación de los planes de manejo en Costa Rica (Comisión Nacional de Certificación Forestal, 1999).

El ámbito de incentivos a la actividad forestal revela ejemplos de evolución y aprendizaje propios de un manejo adaptativo. De modelos poco eficaces, como los primeros incentivos a la reforestación en Costa Rica, que en algunos casos fueron captados por empresarios cuyo interés principal fue la sustitución del pago de impuestos y que no contaron con un seguimiento técnico adecuado, se ha pasado a sistemas de incentivos más equitativos y exitosos. Tal es el caso de los administrados por el Instituto Nacional de Bosques en Guatemala; o del innovador sistema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en Costa Rica (Rojas, Aylward, 2003; Rodríguez, 2002), establecido por la Ley Forestal de 1996, a cargo del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), una institución descentralizada que administra fondos de un impuesto a los combustibles fósiles y de negociaciones internacionales de venta de servicios ambientales (GEF, Banco Mundial, Alemania y Noruega). Este PSA se basa en los principios de quien contamina debe pagar por ese impacto, quien disfruta de los servicios debe pagar por los mismos y quien provee estos servicios conservando el bosque debe recibir un pago justo por ellos.

El PSA en Costa Rica reconoce los servicios de mitigación de gases de efecto invernadero, protección de fuentes de agua, de biodiversidad y ecosistemas y de su belleza escénica. Su éxito hace que los recursos no logran atender la demanda existente. Paralelamente, en el país existen iniciativas privadas de PSA por parte de empresas que requieren garantizar la conservación de fuentes de agua con diversos fines (Cordero y Castro, 2001; Nasi et al., 2002; Rodríguez, 2002). Para el año 2003, FONAFIFO<sup>3</sup> contrató para el PSA 63.329 ha de bosques bajo protección, 3.254 ha para reforestación y 325 ha de plantaciones establecidas, para un total de 66.911 ha. Desde su inicio en 1997 hasta lo que va del 2004, el PSA ha incorporado a más de 400.000 ha en manos de más de 6.000 productores, con una inversión cercana a los US\$100 millones.

Aunque todavía son pocos, debe destacarse el aporte a la consolidación de un sector forestal más sostenible que brindan las empresas forestales de mayor escala o poder económico que asumen prácticas de MFS. Se puede citar como ejemplos Precious Woods en Costa Rica y Nicaragua, que fomenta la reforestación con altos estándares ambientales, integrando las plantaciones en el paisaje con áreas de vegetación natural; el Grupo Nova

<sup>3</sup> FONAFIFO en línea, agosto 2004: <http://www.fonafifo.com>

con un enfoque similar para la reforestación en Panamá (ECOFORREST), Guatemala y Costa Rica; y la empresa Pórtico, que exporta puertas elaboradas con maderas de bosques naturales de la costa Atlántica de Costa Rica y Nicaragua y que se venden en mercados que exigen la certificación del FSC.

La certificación forestal es un elemento fundamental que genera expectativas de un mercado que retribuya los esfuerzos por la conservación de los ecosistemas forestales, aunque el mismo aún no se consolida (Louman et al., 2002). La cantidad de unidades de manejo certificadas es creciente, y para ello ha sido fundamental la asistencia técnica y la facilitación de trámites brindada por algunas ONG's locales, como por ejemplo Naturaleza para la Vida en Guatemala o FUNDECOR en Costa Rica, o internacionales, como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), que cuenta con una oficina para Centroamérica. Carrera et al. (2004) analizan en detalle el estado y evolución de la certificación forestal en Guatemala.

## LOS ESLABONES DE LA CADENA PRODUCTIVA

En contraposición a una historia centroamericana, en la cual el bosque ha sido visto básicamente como un obstáculo para el desarrollo, la lucha actual por la conservación del recurso forestal se centra en definir y promover el desarrollo de cadenas productivas eficaces, que retribuyan el esfuerzo que conlleva el MFS, complementado además por el difícil y a veces infructuoso esfuerzo de los estados por conservar áreas protegidas (Louman, 2003).

Los eslabones de la cadena productiva de los productos forestales posteriores a la extracción de la materia prima desde el bosque, son los que menos atención han recibido por parte de las instituciones del sector (Louman, 2003). La mayor evolución de las técnicas para la elaboración de los productos finales se ha dado fuera de la Región, lo cual atenta contra la consolidación de una cultura forestal, pues la materia prima que sale del bosque se vende muy barata, sin representar una alternativa económica estable para quien hace usufructo de la tierra, mientras que en los procesos de aserrijo y desarrollo de productos finales predomina la ineficiencia y la escasez de ejemplos donde se procure un alto valor agregado. En este contexto el aprovechamiento del bosque aparece vinculado a la pobreza de la mayoría de los actores involucrados y a la riqueza de pocos de ellos, en contraposición a los principios de equidad del EE.

El personal encargado del procesamiento rara vez cuenta con una capacitación formal sobre su trabajo, lo que fomenta la ineficiencia en el uso y mantenimiento de los equipos. Estos equipos, a su vez, suelen ser obsoletos y en muchas ocasiones adquiridos a partir de errores en los ámbitos ejecutivos de las instituciones y las empresas, que instalan industrias cuya capacidad no es consistente con la oferta sostenible del bosque. La falta de capacitación de operarios no solo se refleja no solo en las etapas de procesamiento, sino en diversas etapas del aprovechamiento forestal y la falta de un sistema que acredite y valore con un salario adecuado a los técnicos. Esta situación refleja la falta de estrategias integrales de formación de los recursos humanos.

La integración entre los países tiene importantes implicaciones, Centroamérica es una unidad fisiográfica con elementos en común y de tamaño relativamente pequeño, de manera tal que conforme a los principios 3 y 7 del EE, resulta relevante el análisis regional

de las interacciones y los impactos de las acciones sobre los ecosistemas. Las organizaciones de carácter regional juegan un papel clave para promover esta visión, tal es el caso del proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) o el de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)<sup>4</sup>. Actualmente, son crecientes las iniciativas de planificación ecoregional, que procuran un análisis integral a mayores escalas. Por otra parte los mercados locales son pequeños y muy sensibles a situaciones globales como la importación de madera de otras regiones, la cual se ha incrementado al entrar en vigencia nuevos tratados comerciales. Las estrategias regionales de mercadeo podrían contribuir a la gestión de mercados más estables o a la consolidación de empresas locales que den valor agregado a los productos.

Actualmente, a la luz de una visión más madura de la cadena productiva, se busca que el mercado reconozca la inversión adicional que conlleva el MFS, por medio de la certificación forestal. En el norte de Costa Rica se ha comprobado científicamente la contribución de la certificación a mejorar las prácticas silviculturales, aunque aún los mercados para productos certificados están poco desarrollados (Campos et al., 2004).

El afán por la conservación de los bosques ha provocado que se enfatizen las medidas encaminadas al control excesivo de las actividades de manejo, a tal grado que muchas veces resulta más atractivo para los actores de la cadena productiva buscar diversas formas de aprovechamiento y comercialización ilegal antes que llenar todos los requisitos legales que imponen las autoridades estatales. Uno de los principales retos actuales es lograr un balance entre el control efectivo y la simplificación de trámites en torno a la cadena. La lucha contra la ilegalidad debe entenderse como un proceso más integral y complejo que el control policial o el que se pretende a través de los trámites burocráticos. Las autoridades están llamadas a entender las raíces culturales y económicas de las actividades ilegales, análisis que debe ser compartido con los principales actores sociales, como los grupos ambientalistas que con frecuencia tienden a promover las medidas de restricción, sin darse cuenta que su efecto final puede ser negativo para los bosques, y para su posibilidad de constituirse en la base de sistemas productivos y de equidad, conforme al EE (Campos et al. 2002).

## LOS MOTORES DEL CAMBIO

Antes de los años 90, ni el manejo forestal ni la protección absoluta de los bosques pudieron desacelerar la deforestación de los bosques en América Central, cuyas tasas regionales tuvieron un promedio de 2,1% anual entre 1980 y 1990 (FAO, 1997). La experiencia acumulada llevó a cuestionar las estrategias de manejo y de protección utilizadas y la polarización entre ambas, y a analizar los problemas de fondo de la deforestación y degradación de los bosques. Pese a ello, para el período entre 1990 y 2000 (FAO 2001) la deforestación regional fue todavía alta (1,6%). Quizás, el cambio más significativo ha sido la aceptación de la integración entre desarrollo y conservación, que permite un mayor énfasis en los aspectos humanos en las actividades y políticas orientadas al MFS, y contribuye con otros cambios, como la descentralización del sector forestal, la cooperación regional y la

<sup>4</sup> <http://www.ccad.ws/antecedentes/antecedenteshistoricos.htm>, consultado el 30 de junio 2004

conciencia de la necesidad de monitorear los impactos ecológicos y socioeconómicos de las actividades realizadas (Carrera *et al.*, 2001; McGinley, Finegan, 2002).

A continuación se discute algunos factores relevantes que facilitaron este proceso, muchos relacionados con cambios en las relaciones entre la gente y los recursos naturales, entre los grupos de actores, la tecnología y el conocimiento que apoya estas relaciones. Se agrupan en relación con la percepción del bosque por la sociedad, las relaciones entre la gente y el bosque, y las relaciones entre grupos de interés.

### **Una Revolución Cultural: la Percepción del Bosque**

El primer principio del EE presenta el manejo de los recursos como un asunto de decisión de los actores sociales. En tal marco resulta fundamental que ante la sociedad centroamericana la conservación del bosque deje de considerarse un esfuerzo inútil o de beneficios ajenos a muchos ciudadanos. Además de las mejoras en los contenidos curriculares y en el acceso a la educación de la población, algunos elementos de crisis han contribuido a una mayor valoración social del bosque en los últimos años, tales como la relación que de manera creciente establecen los ciudadanos entre la conservación del bosque y el abastecimiento de agua o la prevención de los efectos de desastres naturales producto de sequías, lluvias o huracanes.

De particular influencia sobre la percepción de la población centroamericana fue el Huracán Mitch, que en 1998 ocasionó enormes pérdidas humanas y pérdidas materiales valoradas en US \$ 6 mil millones (Kandel, Rosa, 2000). Los cuestionamientos subsiguientes sobre la relación entre el manejo del paisaje y la susceptibilidad a las lluvias, fueron seguidos de iniciativas hacia un manejo integrado de las cuencas hidrográficas, que ahora incluyen conceptos como el co-manejo adaptativo. Sin embargo, también han surgido elementos a favor de un desempeño más competitivo del bosque como sistema productivo, tanto relativos a condiciones para el aprovechamiento y comercio de la madera, como a la diversificación de los bienes y servicios aprovechados. Una nueva alternativa que crea un escenario favorable al desarrollo de MFS, lo constituyen las expectativas de mercados de carbono dentro del Clean Development Mechanism, particularmente en el ámbito de las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales (Campos *et al.* 2000).

La diversidad de productos del bosque no es ajena a algunas sociedades rurales, particularmente las indígenas, pero no son tantos los productos en la región que acceden a mercados formales. La Plataforma de Yucatán, que comprende regiones de México, Belice y Guatemala, tiene una gran tradición de aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM) para el mercado internacional. Con la institucionalización de las concesiones forestales comunitarias, se crean condiciones más propicias para el manejo sostenible de las poblaciones de estas especies (Carrera *et al.*, 2002; Mollinedo *et al.*, 2002).

Un elemento novedoso es la experiencia del Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBio), una ONG que desde 1989 ha negociado contratos de bioprospección por más de US \$ 2.5 millones con grandes empresas o instituciones de países desarrollados.

Parte de este dinero lo recibe el Estado para el manejo de los parques nacionales donde se realiza la prospección (Laird, 2002). Además, los contratos indican que en caso de que algún principio químico inspirado u obtenido de la biodiversidad local resulte la base de una actividad comercial, un porcentaje de las ganancias obtenidas será para el INBio y para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Esta iniciativa, interesante y polémica, constituye una experiencia en el contexto del balance entre conservación y el uso promovida por el EE.

La actividad turística se ha convertido en uno de los principales alicientes para la conservación del bosque en tierras no estatales y en uno de los servicios más atractivos que brinda el bosque para hacer económicamente rentable su conservación. Algunas experiencias hacen de la ecología y del aprovechamiento forestal sostenible, parte de los atractivos turísticos mostrados (Otárola, 2001). Los turistas son muchas veces estudiantes, a veces en visita de gira técnica. Se evoluciona hacia un turismo que retribuye al propietario del bosque su conservación y que puede aportar más beneficios a los habitantes rurales, conforme al espíritu de equidad del EE.

### **Las Relaciones entre la Gente y los Recursos Naturales**

Entre los factores importantes que inciden en las relaciones entre la gente y los recursos naturales se encuentran el aumento en la fragmentación de los bosques centroamericanos (Miller *et al.*, 2001), la mayor proporción de la población con problemas de acceso a agua potable y los cada vez mayores impactos resultantes de fenómenos naturales (particularmente huracanes, tormentas tropicales y sequías).

Son preocupantes las tasas de pobreza en las zonas rurales y, aunque la situación mejoró un poco durante la última década del siglo XX, ello se tradujo en más personas con un empleo remunerado, pero en varios países con un menor salario promedio (PNUD, 2003) y un aumento de la brecha entre ricos y pobres. Tal situación acompaña a la deforestación y fragmentación, que reduce la disponibilidad de los bienes y servicios forestales para la población; además resulta en el uso inadecuado de la tierra, reduciendo aún más las oportunidades económicas de los pobres.

Aunque en general el uso de productos forestales es adicional al de los productos agropecuarios, en los países más pobres de la Región, como Nicaragua, hasta el 68% de la población total depende por lo menos parcialmente de leña para poder consumir estos productos (PNUD, 2003). Además, muchas familias generan ingresos extras al involucrarse en el aprovechamiento de la madera, sobre todo en áreas alejadas de los centros poblacionales, donde también ocurren la mayoría de las actividades ilícitas. Aunque en el corto plazo, las actividades agropecuarias parecen ofrecer mayores oportunidades económicas para estas familias, a menudo no son sostenibles o son muy vulnerables a fenómenos climáticos y a los mercados, mientras se están perdiendo las oportunidades ofrecidas por los ecosistemas forestales en el mediano y largo plazo.

Uno de los principales problemas es que las familias rurales no perciben una retribución por los beneficios de los bosques. Durante la última década, muchos esfuerzos se han dirigido



a aumentar el valor de los bosques para sus dueños y para las comunidades vecinas. Existen estudios sobre el potencial del aprovechamiento de PFM del bosque primario (Godoy *et al.*, 2000; Mollinedo *et al.*, 2002; Villalobos, 2003) y secundario (Santana *et al.*, 2002). Sin embargo, probablemente su mayor valor está en los servicios ambientales, que según estimaciones del Banco Mundial pueden significar un 72% del valor económico total de los bosques (Camino *et al.*, 2002).

El sistema de pago por servicios ambientales (PSA) en Costa Rica, antes descrito, está orientado a transferir parte de los costos de la manutención de las funciones y servicios forestales a los beneficiarios finales de estos. Este sistema considerado modelo, sin embargo, se ha criticado por no contribuir a mejorar la conservación de áreas críticas ni las estrategias de vida de los productores pequeños, quienes suelen estar en condiciones legales, económicas y de acceso a información que les dificultan acceder a estos incentivos (Nasi *et al.*, 2002). Debido a ello se realizan ajustes en el programa y se fomentan investigaciones sobre el valor de los servicios e identificación de áreas prioritarias para la conservación, como corredores biológicos y cuencas.

Por otra parte, existen estudios que indican que el buen manejo forestal, según estándares reconocidos en el ámbito internacional, no necesariamente afecta negativamente la biodiversidad (Aguilar *et al.*, 2000; Delgado *et al.*, 1997; Ordóñez, 2003), lo que puede ser aún mejorado con la aplicación de mecanismos de apoyo al buen manejo, como el PSA y la certificación (Campos *et al.*, 2004) confirmando así su potencial como actividad económica amigable con el ambiente (Finegan *et al.*, 1993) y su papel potencial en la conservación y el desarrollo rural.

Las fuerzas de mercado y los efectos de la remoción de una gran parte de la vegetación boscosa sobre el régimen local de agua también han sido catalizadores para la adaptación de medidas a favor del manejo en escala de paisaje y una mayor participación local en este manejo (Camino, 1993), procesos que a menudo contribuyen a mejorar las capacidades organizativas para el desarrollo, a veces con apoyo de iniciativas institucionales positivas, como los centros agrícolas cantonales que operan en Costa Rica desde 1975 y han permitido enfocar los beneficios de programas nacionales hacia los pequeños productores rurales (Salazar, 2003).

Los análisis de los efectos del huracán Mitch (Kandel, Rosa, 2000) y otros estudios sobre las estrategias de vida de familias rurales han mostrado que los bosques contribuyen a mitigar las consecuencias de este tipo de fenómenos. Cuando las cosechas o el mercado fallan o los hogares son destruidos, el acceso a los bosques, aunque sean fragmentos o secundarios, puede ayudar a superar periodos críticos (Vásquez Vásquez, 1999). Por otra parte, los estudios indican que con la organización local, la planificación del uso de la tierra y el cumplimiento de las necesidades inmediatas, particularmente de los grupos más pobres, se fortalece la capacidad de reducir y enfrentar las consecuencias de los desastres.

El Huracán Mitch, en particular, llevó a los gobiernos locales y la cooperación internacional a repensar las estrategias de desarrollo. Mientras los países buscaron sobre todo mejores oportunidades económicas en la arena internacional, la cooperación enfatizó

"la vulnerabilidad social y ecológica, la transparencia, participación y el desarrollo local" (Kandel, Rosa, 2000). Los desastres naturales como el Mitch han funcionado como catalizadores de procesos ya en marcha. El interés actual por implementar más acciones en torno al manejo integrado de cuencas, creará nuevas oportunidades de un desarrollo forestal acorde al EE.

El efecto de la deforestación y la fragmentación sobre la diversidad biológica se percibe como menos urgente, ya que actualmente afecta menos al desarrollo socioeconómico de los habitantes de la Región. Sin embargo, se estima que ya existen más de 50 especies de fauna y 200 especies de plantas en peligro de extinción en toda la Región (PNUD, 2003). En algunos países se ha adaptado legislación forestal y ambiental para lograr la conservación de estas especies. Un caso bien estudiado en Costa Rica es la relación entre la lapa verde (*Ara ambigua*) y el árbol almendro de montaña (*Dipteryx panamensis*) donde anida y se alimenta, y que en 1996 condujo a la restricción del aprovechamiento del árbol a sólo 50% de los individuos entre 70 y 120 cm de DAP. A pesar de esta restricción, la distribución y cantidad de lapas observadas se ha reducido, probablemente por la tala y la fragmentación del bosque (Chassot *et al.* 2001, Ramos 2004). Se evidencia la necesidad de una planificación en escala de paisaje, con participación de los dueños de terrenos, de instancias relevantes y de grupos con intereses específicos (turismo, conservación, agricultores) para lograr la conservación efectiva de especies en peligro. Estos estudios han contribuido a impulsar la participación local y la formación del Parque Nacional Maquenque en Costa Rica y el corredor biológico binacional Río San Juan – La Selva.

### Las Relaciones entre Diferentes Grupos de Interés

La formalización de la participación de comunidades en el manejo forestal es otro cambio relevante de las últimas décadas. En 1974 se inició el Sistema Social Forestal en Honduras, posteriormente fortalecido en el norte del país con el apoyo de la cooperación internacional y la formación de Áreas de Manejo Integral (AMI) (Mendieta 1993), lográndose casos de buen manejo como alternativa económicamente viable y de contención al avance de la frontera agrícola (Caballero *et al.*, 2002). En el área central de Honduras se inició en 1992 el proyecto MAFOR, que fomentó el manejo de bosques de pino por comunidades y pequeños propietarios, que involucró a los dueños en el manejo y procesamiento por medio de planes sencillos y del fomento de empresas pequeñas de aserrijo (Lazo, 2001 y Scherr 2000 citados en Scherr *et al.* 2004).

Las concesiones forestales comunitarias en Guatemala, integran procesos de conservación y desarrollo, que además de reconocer los derechos de uso de los diferentes actores, incorporan un sistema de control (monitoreo estatal en combinación con la certificación forestal), agregan valor al producto forestal, aumentan los conocimientos técnicos de los actores y su información tanto sobre los recursos como sobre el manejo de los mismos. Además, las tecnologías de sensores remotos facilitaron la planificación y monitoreo espacial, fortaleciendo los procesos de MFS por actores de pocos recursos y sus ONG acompañantes (Carrera *et al.*, 2002).

Esfuerzos como los mencionados, y otras iniciativas de grupos comunitarios e indígenas en la Región, son apoyados por ACICAFOC (antes descrita), cuyos grupos miembros, completamente autónomos, tienen actividades de manejo y uso forestal que abarcan más de 2 millones de hectáreas, y que gracias a la asociación participan de intercambios entre organizaciones, para comunicar lecciones aprendidas en el proceso de negociación entre las comunidades y diferentes instancias de gobierno (Chinchilla, 2002; UICN, 2000). En los años 90 crecieron otras iniciativas de comunicación entre actores, como las redes operativas de cooperación horizontal (Galloway 2001, 2002), que buscan una planificación estratégica participativa del manejo de los recursos naturales locales en el norte de Honduras y sur de Nicaragua.

En el ámbito regional hubo avances en la integración entre países, reflejada en la creación de la Comisión Centroamericana del Ambiente y Desarrollo (CCAD), como responsable oficial ministerial para dar seguimiento a los acuerdos de Río 1992. CCAD ha sido protagonista principal en la firma de la Alianza para el Desarrollo Sostenible (ALIDES) en 1994, el impulso de proyectos regionales de conservación (sistema mesoamericano de áreas protegidas y Corredor Biológico Mesoamericano), el Plan de Acción Forestal Centroamericano que dio paso a la Estrategia Forestal Centroamericana, el proceso de criterios e indicadores para el manejo de Lepaterique y el fortalecimiento de los marcos legales y políticos de los países centroamericanos.

### **ALGUNAS CONCLUSIONES PARA ORIENTAR EL MFS HACIA EL EE**

Para comprender la evolución de los ecosistemas forestales en Centroamérica se debe colocar en el centro de los análisis a la gente, su cultura, historia, características y necesidades.

Es necesario desarrollar mecanismos financieros apropiados para el MFS, que reconozcan las externalidades del MFS y las condiciones de los diversos actores.

Es necesario entender la economía de la corrupción, sus motivaciones y raíces, de manera que las políticas incentiven el MFS y lo hagan más competitivo.

Es necesario cambiar de un enfoque de subvención a un enfoque de inversión, particularmente en áreas rurales.

Se debe poner más énfasis en el manejo integrado del paisaje, entender y administrar los bosques en su interacción con los diversos componentes, actores y sectores del paisaje.

Tal enfoque debe reflejarse en la educación, particularmente de posgrado, para contar con técnicos capaces en temas específicos, pero también profesionales experimentados formados en el manejo integrado de los recursos naturales con una visión sistémica de los territorios.

Es necesario crear conocimientos y educar personas para crear condiciones y capacidades para la participación y la distribución equitativa de los beneficios de la conservación.

La investigación es clave, pero debe ser relevante y traducirse en herramientas y decisiones sencillas y prácticas, tanto en el nivel político como en el de las prácticas de manejo.

La sostenibilidad ecológica es un proceso continuo y probablemente infinito de aprendizaje, pero se sabe suficiente para hacer un buen manejo forestal bajo un enfoque adaptativo.

Debe ser constante la implementación y actualización de mecanismos para el monitoreo de las actividades de MFS, la caracterización del impacto y la definición de ajustes necesarios.

Tal monitoreo no se debe limitar al bosque que constituye una UMF, sino a todo el paisaje, en el marco de regiones biofísica, ecológica o políticamente funcionales.

## REFERENCIAS

**Aguilar-Amuchastegui, N., Finegan, B., Louman, B.; Delgado, D., 2000.** Patrones de Respuesta de *Scarabaeinae* a las Actividades de Manejo en Bosques Naturales Tropicales. Revista Forestal Centroamericana 30:40-45.

**Caballero, M., Cardona, L., Sánchez, A. Isidro, C., 2002.** Manejo Forestal con Participación Comunitaria en la Costa Norte de Honduras. In: Sabogal, C., Silva, J.N.M. (Eds), Aplicando Resultados de Pesquisa, Envolviendo Atores e Definiendo Políticas Públicas. Embrapa Amazonia Oriental y Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimiento, Belém, Brasil. Pp.199-207.

**Camacho, M., Finegan, B., 1997.** Efectos del Aprovechamiento Forestal y el Tratamiento Silvicultural en un Bosque Húmedo del Noreste de Costa Rica. El Crecimiento Diamétrico con Énfasis en el Rodal Comercial. Serie Técnica, Informe Técnico No. 295. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 54pp.

**Campos A, J.J., 1992.** Incentives and Campesino Participation in Forestry Development: the Case of the Osa Peninsula. Invited Paper at the Central American Workshop on Forest Incentives. World Wildlife Fund (WWF) and the Nicaraguan Forestry Action Plan. Managua, Nicaragua. August, 26-27, 1992.

**Campos A., J.J, Ortiz, R., Smith, J., Maldonado, T., Camino, T. de, 2000.** Almacenamiento de Carbono y Conservación de Biodiversidad por Medio de Actividades Forestales en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Potencialidades y Limitantes. Serie Técnica, Informe Técnico No. 314. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70pp.

**Campos A., J.J., Finegan, B. Villalobos, R., 2001.** Management of Goods and Services from Neotropical Forests Biodiversity: Diversified Forest Management in Mesoamerica. In: Assessment, Conservation and Sustainable Use of Forest Biodiversity. CBD Technical Series No. 3. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal. Pp. 5-16.

- Campos A., J.J., Camacho, M., Villalobos, R., Rodríguez, C.M. Gómez, M., 2002.** Tala ilegal en Costa Rica: Problemática y propuestas de solución. *Biocenosis* 16(1-2):40-46.
- Campos A., J.J., Louman, B., Locatelli, B., Garay, M., Yalle, S., Villalobos, R., López, G., Carrera, F. (in press).** Efectos del Pago por Servicios Ambientales y la Certificación Forestal en el Desempeño Ambiental y Socioeconómico del Manejo de Bosques Naturales en Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico.
- Camino, R. de, 1993.** El Papel del Bosque Húmedo Tropical en el Desarrollo Sostenible de América Central: Desafíos y Posibles Soluciones. *Revista Forestal Centroamericana* 6:7-16.
- Carrera, F., Pinelo, G., 1995.** Prácticas Mejoradas para Aprovechamientos Forestales de Bajo Impacto. Serie Oficial, Informe Técnico No. 262. CATIE, Turrialba. 60pp.
- Carrera, J.R., Campos A., J.J., Morales, J. Louman, B., 2001.** Evaluación de Indicadores para el Monitoreo de Concesiones Forestales en Petén, Guatemala. *Revista Forestal Centroamericana* 34:84-88.
- Carrera, F., Morales, J., Galvez, J., 2002.** Concesiones Forestales Comunitarias en la Reserva Biosfera Maya, Petén, Guatemala. In: Sabogal, C., Silva, JNM. (Eds), *Aplicando Resultados de Pesquisa, Envolviendo Atores e Definindo Políticas Públicas.* Embrapa Amazonia Oriental | Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimiento, Belém, Brazil. Pp193-198.
- Carrera, F., Stoian, D., Campos A., J.J., Pinelo, G. Morales, J., (In press).** Forest Certification in Guatemala. In: University of Yale (Ed.). *Forest Certification in Developing Countries and Countries in Transition.* Paper presented at the Symposium «Forest Certification in Developing Countries and Countries in Transition» held at the University of Yale on June 10-14, 2004.
- CATIE, CONAP, 2001.** Plan General de Manejo Forestal Diversificado de la Concesión Comunitaria de San Miguel La Palotada. Serie Técnica. Informe Técnico No. 320. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 98pp.
- Chassot, O., Monge, G., Powell, G., Palmintiri, S., Alemán, U., Wrihght, P., Adamek, K., 2001.** Lapa Verde, Víctima del Manejo Forestal Insostenible. *Ciencias Ambientales* 21:60-69.
- Chassot, O., Monge, G., Ruiz, A. Mariscal, T., 2003** Corredor Biológico Costa Rica - Nicaragua Pro Lapa Verde. *Ambientico* No.114. On Line: <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/114/chassot.html>.
- Chinchilla, A., 2002.** Central America: ACICAFOC, An On-going Proposal. *WRM Bulletin* no 63. Consultado en internet 30 junio 2004 en: <http://www.wrm.org uy/bulletin/63/Acicafoc.html>
- Clark, D.A., 1998.** Deciphering Landscape Mosaics of Neotropical Trees: GIS and Systematic Sampling Provide New Views of Tropical Rainforest Diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85(1):18-33.
- Comisión Nacional de Certificación Forestal, 1999.** Estándares y Procedimientos para el Manejo Sostenible y la Certificación Forestal en Costa Rica. Comisión Nacional de Certificación Forestal. Costa Rica. 54 p.
- Cordero, D., Castro, E., 2001.** Pago por Servicio Ambiental Hídrico. *Revista Forestal Centroamericana* 36:41-45.
- Delgado, D., Finegan, B., Zamora, N. Meir, P., 1997.** Efectos del Aprovechamiento Forestal y el Tratamiento Silvicultural en un Bosque Húmedo del Noroeste de Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico No. 298. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 43pp.

**Donovan, R. Buschbacher, R., 1989.** The Forest Conservation and Management Project (Boscosa) of the Osa Peninsula, Costa Rica. Annual Report and Work Plan. Fundación Neotrópica, World Wildlife Fund. 29pp.

**FAO, 1997.** State of the World's Forests 1997. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 200pp.

**FAO, 2001.** State of the World's Forests 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 181pp.

**FAO, 2002.** Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000. Informe Principal. Estudio FAO Montes 140. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 468pp.

**Finegan, B., 1992.** El potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. Serie Técnica, Informe Técnico No. 188. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 29pp.

**Finegan, B., Sabogal, C., Reiche, C. Hutchinson, I., 1993.** Los Bosques Húmedos Tropicales de América Central: Su Manejo Sostenible es Posible y Rentable. Revista Forestal Centroamericana 6:17-27.

**Forest Stewardship Council, 2004.** Forests Certified by FCS-Accredited Certification Bodies. Consulted June 23rd 2004. International Center. Bonn, Germany. [www.fscoax.org](http://www.fscoax.org)

**Galloway, G., 2001.** Redes Operativas: Un Mecanismo Efectivo para Promocionar el Manejo de Bosques Tropicales. Revista Forestal Centroamericana 33:33-37.

**Galloway, G., 2002.** Las Redes Operativas y su Papel en la Política Forestal. Experiencias Prometedoras en Honduras y Nicaragua. Revista Forestal Centroamericana 37:26-32.

**Godoy, R., Wilkie, D., Overman, H., Cubas, A., Cubas, G., Demmer, J., McSweeney, K. Brokaw, N., 2000.** Valuation of Consumption and Sale of Forest Goods from a Central American Rain Forest. *Nature* 406(6791):62-63.

**Jiménez, J. Reyes, R., 2001.** Experiencias sobre la Introducción de Alternativas Productivas en una Concesión Forestal Comunitaria de Petén, Guatemala. Serie Técnica, Informe Técnico No. 316. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 48pp.

**Laird, S. (Ed), 2002.** Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice. Earthscan, London. 504 pp.

**Kandel, S., Rosa, H., 2000.** Después del Mitch: Temas y Actores en la Agenda de Transformación de Centroamérica. In: EIRD/OPS (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres /Organización Panamericana de la Salud) (compiladores). Huracán Mitch: Una Mirada a Algunas Tendencias Temáticas para la Reducción del Riesgo. EIRD, San José, Costa Rica. P.21-57.

**Lazo, F., 2001.** El Papel Forestal en la Mitigación de la Pobreza; Perfil de Honduras. Background Paper for Inter-agency Forum on "The Role of Forestry in Poverty Alleviation", Tuscany, Italy, September 2001. FAO, Rome.

**Lopez, G., (in prep).** Environmental and Socioeconomic Effects of the Payment of Environmental Services and Forest Certification of Natural Forest Management in Costa Rica. Draft Paper to be Submitted to Journal of Forest Policy and Economics.



**Louman, B., Campos A., J.J., Schmidt, S., Zagt, R. Haripersaud, P., 2002.** Los Procesos Nacionales de Certificación Forestal y su Relación con la Investigación Forestal. Interacciones entre Políticas y Manejo Forestal, casos de Costa Rica y Guyana. *Revista Forestal Centroamericana* 37:41-46.

**Louman, B., 2003.** Cadena Forestal: Cuándo Funciona y por qué no Funciona siempre. In: *Cadenas de Producción para el Desarrollo Económico Local y el Uso Sostenible de la Biodiversidad. Compendio del Seminario Internacional.* Managua, 17 al 19 de marzo del 2003. Pp.95-100.

**Louman, B., Garay, M., Yalle, S., Campos A., J.J., Locatelli, B., Villalobos, R., López, G. Carrera, F., 2004.** Environmental and Socioeconomic Effects of the Payment of Environmental Services and Forest Certification of Natural Forest Management in Costa Rica. Draft paper to be submitted to *Journal of Forest Policy and Economics*.

**McGinley, K. Finegan, B., 2002.** Evaluations for Sustainable Forest Management. Serie Técnica, Informe Técnico No. 238. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 73 p.

**Mendieta, M., 1993.** Manejo Sustentable del Bosque Húmedo Tropical en Honduras: Experiencias de la Región Forestal Atlántida. *Revista Forestal Centroamericana* 6:28-37.

**Miller, K., Chang, E., Johnson, N. 2001.** En Busca de un Enfoque Común para el Corredor Biológico Mesoamericano. World Resources Institute. Washington DC, USA. 49pp.

**Mollinedo, A., Campos A., J.J., Kanninen, M. Gómez, M., 2002.** Beneficios Sociales y Rentabilidad Financiera del Manejo Forestal Comunitario en la Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Serie Técnica, Informe Técnico No. 327 CATIE, Turrialba, Costa Rica. 39pp.

**Monroy, H., 2001.** Manual de Planificación y Ejecución de Aprovechamientos Forestales en las Concesiones Comunitarias de Petén. Serie Técnica, Manual Técnico No. 47. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 84pp.

**Mora-Escalante, J. Salas, A., 1996.** Contexto Regional para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales en América Central (documento para la discusión). Unión Mundial para la Naturaleza. Oficina Regional para Mesoamérica (UICN-HORMA). 20pp.

**Nasi, R., Wunder, S. Campos A., J.J., 2002.** Forest Ecosystem Services: Can They Pay our Way Out of Deforestation? Discussion Paper Presented for the Forestry Roundtable of GEF and UNFF II, Costa Rica, March 11, 2002. New York. 29 pages plus annexes.

**Nilsson, M., 1999.** Conceptos Básicos en el Trabajo con Bosques y Comunidades. Serie Técnica, Boletín Técnico No. 307. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 46pp.

**Ordoñez, Y., 2003.** Validación de Indicadores Ecológicos para la Evaluación de Sostenibilidad en Bosques Bajo Manejo Forestal en el Trópico Húmedo, con Énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**Ortiz, S., Carrera, F., Ormeño, L.M., 2002.** Comercialización de Productos Maderables en Concesiones Forestales Comunitarias en Petén, Guatemala. Serie Técnica, Informe Técnico No. 326. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 39pp.

**Otárola, M., 2001.** Análisis de Preferencias para la Evaluación de la Compatibilidad de Actividades Turísticas y Silvícolas en Robledales de la Parte Alta y Media de la Cuenca del Río Grande de Orosí, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 89pp.

**Paniagua, C.; Cajina O.; Marmillod, D., 2001.** Primer Caso de Manejo Forestal Comunitario en Manglares de Nicaragua: Experiencias de la cooperativa 28 de julio. Serie Técnica, Informe Técnico No. 318. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 102pp.

**Poore, D., 1989.** Conclusions. In: Poore, D., Burgess, P., Palmer, J., Rietbergen, S., Synnott, T. (Eds) 1989. No Timber Without Trees: Sustainability in the Tropical Forest, Earthscan, London. pp 190-209.

**Poore, D. (Ed.), 1989.** No Timber without Trees. Sustainability in the Tropical Forest. Earthscan, London. 252pp.

**PNUD, 2003.** Segundo Informe sobre Desarrollo Humano en Centroamérica y Panamá. San José, Costa Rica. Disponible en <http://www.estadonacion.or.cr>, consultado el 20 de junio 2004.

**Ramos, Z., 2004.** Estructura y Composición de un Paisaje Boscoso Fragmentado: Herramienta para el Diseño de Estrategias de Conservación de la Biodiversidad. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**Repetto, R., Gillis, M., 1988.** Public Policies and the Misuse of Forest Resources. Cambridge University Press, Cambridge, 211pp.

**Reyes, R.; Ammour, T., 1997.** Sostenibilidad de los Sistemas de Producción en la Concesión Comunitaria de San Miguel, Petén, Guatemala. Serie Petén No. 1. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 30pp.

**Rodríguez, J., 2002.** Los Servicios Ambientales del Bosque: El Ejemplo de Costa Rica. Revista Forestal Centroamericana 37:47-53.

**Rojas, M., Aylward, B., 2003.** What Are We Learning from Experiences with Markets for Environmental Services in Costa Rica? A Review and Critique of the Literature. International Institute for Environment and Development. London. 102pp.

**Salazar, M., 2003.** Evaluación de la Restauración del Paisaje en el Cantón de Hojanca, Costa Rica. Thesis Mag. Sc.. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 98pp.

**Sandoval, R., 2000.** Honduras: Su Gente, su Tierra y su Bosque. Tomo I. Graficentro editores. Tegucigalpa, Honduras. 476pp.

**Santana, R., Montagnini, F., Louman, B., Villalobos, R. Gómez, M., 2002.** Productos de Bosques Secundarios del Sur de Nicaragua con Potencial para la Elaboración de Artesanías de Masaya. Revista Forestal Centroamericana 38:85-90.

**Sayer, J.A. Campbell, B., 2003.** Research to Integrate Productivity Enhancement, Environmental Protection, and Human Development. In: Campbell, B., Sayer, J.A. Integrated Natural Resources Management. Linking Productivity, The Environment and Development. CABI Publishing, UK. Pp.1-15.

**Sabogal, C., Castillo, A., Carrera, F. Castañeda, A., 2001.** Aprovechamiento Forestal Mejorado en Bosques de Producción. Serie Técnica, Informe Técnico No. 323. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 57pp.

**Sabogal, C., Castillo, A., Mejía, A. Castañeda, A., 2001.** Aplicación de un Tratamiento Silvicultural Experimental en un Bosque de La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Serie Técnica, Informe Técnico No. 324. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 37pp.

**Sandí, C., 2003.** Conservación Privada en Centroamérica. Ambientico No. 120. On Line: <http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/120/Sandi.htm>

**Scherr, J.S., 2000.** A Downward Spiral? Research Evidence on the Relationship Between Poverty and Natural Resource Degradation. *Food Policy* 25:479-498.

**Scherr, J.S., White, A. Kaimowitz, D., 2004.** A New Agenda for Forest Conservation and Poverty Reduction: Making Markets Work for Low-income Producers. *Forest Trends/CIFOR/IUCN*, Washington DC. 160pp.

**IUCN, 2000.** Comunidad y Gestión de Bosques en Mesoamérica. Perfil Regional del Grupo de Trabajo sobre Participación Comunitaria en el Manejo de los Bosques. CICAFOC/UNOFOC/IUCN, San José, Costa Rica. 117pp.

**Valle, L.F., Cruz, A. Centeno, G.A., 2000.** Estado Actual del Manejo Forestal en Honduras. Consultores Forestales de Honduras FORESTA. Proyecto Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible. Santiago de Chile.

**Vargas, U.G., 1992.** Estudio de Uso Actual y Capacidad de Uso de la Tierra en América Central. *Anuario de Estudios Centroamericanos* 18, vol 2.

**Vásquez, A.A., 1999.** Determinación de la Contribución del Bosque Secundario a la Economía de Familias Rurales de la Zona Norte y Sur de Honduras. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 122pp.

**Villalobos, R.; Ocampo, R. (eds.), 1997.** Productos No Maderables del Bosque en Centroamérica y El Caribe. Actas de la Consulta sobre la Situación de los Productos Forestales No Madereros, 17 al 21 de julio de 1995. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Eventos Especiales No. 1. 103 p.

**Villalobos, R., 2003.** El Comercio de Productos No Maderables: Estímulo o Escollo para la Promoción del Manejo Forestal Sostenible. In. Cadenas de Producción para el Desarrollo Económico Local y el Uso Sostenible de la Biodiversidad. Compendio del Seminario Internacional. Managua, 17 al 19 de marzo del 2003. p 26-28.

---

# EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES, CONCEPTOS Y MERCADOS

Jorge Cabrera. Ingeniero Forestal, Instituto Forestal, Sede Los Lagos. Valdivia. Chile

jcabrera@infor.gob.cl

---

## RESUMEN

A partir de la realización de la Cumbre de la Tierra en el año 1992, el Protocolo de Kyoto y varios otros encuentros sobre los problemas del planeta, surgen importantes acuerdos internacionales sobre medio ambiente y desarrollo, hay una mayor comprensión de la importancia de los temas ambientales y las implicancias que tienen para la humanidad y aparecen los llamados mercados verdes, pago por servicios ambientales, Mecanismos de Desarrollo Limpio y otros instrumentos de mercado.

Los servicios ambientales son aquellos que se originan en formaciones naturales, principalmente boscosas, tales como la calidad del agua, belleza escénica, biodiversidad y aire puro. El punto crucial del concepto es que los costos por proteger y mejorar el ecosistema que genera el servicio sean internalizados por quienes obtienen los beneficios de dichos servicios.

Este trabajo pretende aclarar conceptos, identificar los distintos servicios ambientales que presentan un potencial de desarrollo en Chile y cómo estos presentan una expresión de mercado.

## SUMMARY

Since Rio 1992, the Kyoto Protocol and several other international meetings on the planet problems, important agreements on environmental matters are developed, a wider understanding of the related issues and its effects over the humankind is appreciated and a variety of mechanisms to protect the environment appear, like green markets, payments for environmental services, clean development mechanism and others.

Environmental services are those originated from natural resources, mainly forests, like water quality, landscape, biodiversity and clean air. The key point is that costs to protect and improve ecosystems where services are produced should be recognized and paid by those who benefit from them.

This paper pretends to explain some concepts, identify environmental services with potential development in Chile and how that services could be related to a market system.

## SERVICIOS AMBIENTALES FORESTALES

Existe una variedad de servicios (Apéndice N° 1) y distintas formas de clasificar y definir los Servicios Ambientales que ofrecen las formaciones naturales.

Pagiola (2006) define el mecanismo de pago por servicios ambientales como una forma para sostener la oferta de servicios de los ecosistemas, en el cual los usuarios del servicio pagan por ellos y los proveedores del servicio ambiental es compensado por proveerlos, todo ello en una relación voluntaria entre privados.

Por otro lado la Ley Forestal de uno de los países más avanzados en el tema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Costa Rica, define en forma más restringida a los Servicios Ambientales como "los que brindan el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente".

Estos son los siguientes:

Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (reducción, secuestro, almacenamiento)

Protección de la calidad del agua (diferentes usos)

Protección de la biodiversidad (uso científico, farmacéutico, mejoramiento genético)

Protección de la belleza escénica (uso turístico y científico)

## Servicios Hídricos

El agua es un recurso natural único y escaso, esencial e indispensable para el hombre. La calidad del agua tiene directa relación con la salud de las personas, su mal o indiscriminado uso puede provocar la contaminación del recurso con el consecuente deterioro de la calidad de los demás recursos naturales, desequilibrio ecológico y la pérdida irremediable de ecosistemas y también del paisaje.

La mayor parte de los ecosistemas de agua dulce se encuentra en cuencas hidrográficas las que deben estar en equilibrio con las necesidades ambientales, sociales y económicas.

Entre los servicios que los bosques prestan a las cuencas hidrográficas se encuentran (Pagiola et al., 2003):

Regulación del ciclo hidrológico del agua, es decir, el mantenimiento del caudal durante la temporada seca y el control contra inundaciones.

Conservación de la calidad del agua, es decir, la reducción al mínimo de la carga de sedimentos, la carga de nutrientes, la carga de sustancias químicas y de salinidad.

Control de la erosión del suelo y la sedimentación.

Reducción de la salinidad del suelo o la regulación de los niveles freáticos.

Mantenimiento de los hábitat acuáticos (por ejemplo, evitar la reducción de la temperatura)

Estos servicios tienen destinos múltiples como el abastecimiento de agua y el saneamiento, la agricultura, la industria, el desarrollo urbano, la generación de energía hidroeléctrica, la pesca en aguas interiores, el transporte, las actividades recreativas, la ordenación de las tierras bajas y las planicies y muchas otras.

Un concepto común es que los bosques sirven como verdaderas esponjas al absorber el agua y soltarla lentamente, mejorando el abastecimiento en épocas más secas. La cobertura forestal tiene principalmente dos impactos contrapuesto en relación el flujo hídrico, el primero tiende a aumentar la infiltración y la retención del suelo, y así proporcionar la recarga de la capa freática y reducir el escurrimiento, y el segundo que consume agua en la evapotranspiración y por ende reduce la recarga de la capa freática (Pagiola et al., 2003). El balance en el flujo de este efecto depende mucho del sitio, las especies arbóreas, la naturaleza del uso del suelo, el tamaño de la cuenca, etc.

Otro aspecto relacionado con el uso de la tierra y su consecuencia en el ciclo hídrico es el vínculo entre la deforestación y las inundaciones. Los bosques pueden mitigar el riesgo de inundaciones al reducir la cantidad de agua que escurre sobre la superficie durante las tormentas de alta intensidad.

Otro beneficio que proveen los bosques a la cuenca hidrológica es el control de la erosión. La filtración de agua lluvia es mayor en los bosques, permitiendo la reducción del escurrimiento superficial y con ello la erosión. También se puede asociar a la presencia de árboles una reducción del impacto de la lluvia en el suelo y esto disminuye el nivel de desplazamiento de partículas.

La sedimentación es otro proceso que los bosques ayudan a prevenir. Los cuerpos de agua de la parte baja de una cuenca que presenta bosques presentan una menor sedimentación y esto prolonga o preserva el valor de la infraestructura acuática, entendiéndose por esta a canales de riego, puertos de vías marítimas, represas para hidroeléctricas y plantas de tratamiento de aguas. Sin embargo, el nivel de sedimentación de una cuenca depende de muchos otros factores del sitio, como el tamaño de la cuenca, la geología y topografía locales, la estabilidad de los márgenes de los ríos y el estado del uso de suelos y caminos. (Pagiola et al., 2003)



## Mercado de los Servicios Hídricos

El mercado para los servicios hídricos es de tipo local, ya que la mayoría de las transacciones se efectúa en el ámbito de la cuenca misma.

La demanda de los servicios hidrológicos por lo general se origina en los usuarios del agua corriente abajo, por ejemplo productores agrícolas, generadores de energía eléctrica, distribuidoras de aguas a la población, y consumo doméstico, industrial y comercial en áreas urbanas. Por su parte, la oferta la generan los propietarios de terrenos en la parte alta de la cuenca que realizan los manejos adecuados en sus tierras para generar estos servicios.

Los servicios que proporcionan los ecosistemas forestales a las cuencas hidrográficas se pueden dividir en dos categorías; a) calidad de agua, donde el servicio ambiental que se pagaría es la reducción de niveles de erosión, sedimentación y flujo de nutrientes, y b) cantidad de agua, donde se paga la normalización de flujos, la protección contra inundaciones, la regulación de rebalses y cauces, y la recarga de acuíferos. (Espinoza et al., 1999)

La determinación de los elementos económicos para que opere el mercado no es simple. El propietario necesita que se le pague por sobre su costo de oportunidad para cambiar sus actividades hacia la conservación (o manejo) de los bosques, valor que necesita de precisos cálculos. Es necesario conocer si existe disposición a pagar por parte de los beneficiarios del agua. También es esencial, contar con modelos hidrológicos que permitan vincular las prácticas de conservación con la generación del servicio de calidad y cantidad de agua, con el fin de asegurar que el sistema de PSA proporcione los servicios que los beneficiarios pagan (Mayrand y Paquin, 2004)

Ejemplos de estos servicios hay muchos en varios países. Un sistema es la recolecta de contribuciones de los usuarios del agua, incluida una central hidroeléctrica, para financiar prácticas de conservación en la parte alta de la cuenca. También productores agrícolas han iniciado un sistema de PSA para abordar los problemas de abastecimiento sustentable de agua de riego. También se han implementado sistemas de impuestos para recaudar fondos para financiar programas de conservación en la parte alta de la cuenca. Otros han modificado las tarifas del agua para incorporar un pago por los servicios hídricos prestados por los propietarios que han suscrito un convenio de conservación.

## Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Hoy en día el cambio climático se reconoce cada vez más como algo real y peligroso. El cambio climático es en parte el resultado de la acumulación de gases con efecto invernadero en la atmósfera, incluyendo al bióxido de carbono, al metano y otros compuestos que provocan el calentamiento del planeta.

Los procesos de industrialización, el uso de combustibles para el transporte, los incendios forestales, entre otros, han ido aumentando sustancialmente el calentamiento adicional de la superficie y de la atmósfera afectando adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad. Niveles de mar más elevados, eventos climatológicos más

severos, erosión de las costas, aumento de la salinidad, pérdida de los arrecifes de coral protectores, más desertificación, ecosistemas forestales dañados y la manifestación más frecuente de plagas y enfermedades.

Se sabe que los bosques representan un papel importante en la regulación del clima global. Las plantas verdes toman el dióxido de carbono de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo.

La captura forestal de carbono se basa en dos cuestiones principales, la captura activa de CO<sub>2</sub> por parte de la nueva vegetación y las emisiones evitadas de la vegetación existente. La primera perspectiva incluye a las actividades que implican la plantación de árboles nuevos o el aumentar las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente. También incluye el sustituir el combustible fósil por una biomasa renovable con el fin de reducir las emisiones de carbono que provienen de la producción de energía. La segunda perspectiva considera la prevención o reducción de la deforestación y del cambio de uso de suelo o la reducción del daño a los bosques existentes.

## Mercado del Carbono

Un mercado potencial de carbono fue promovido inicialmente con la firma del Protocolo de Kyoto en la tercera sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (UNFCCC) en 1997.

Los países industrializados se comprometieron a reducir las emisiones en un 5% durante el quinquenio de 2008 al 2012, respecto al nivel de emisiones de 1990. En Kyoto se logran tres condiciones básicas para el mercado del carbono: (i) Se crea la demanda; (ii) Se autoriza la oferta a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL); y (iii) Se incluye la actividad forestal. Por medio del MDL, los países industrializados podrán adquirir reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> certificadas, generadas a través de proyectos que fijen, reduzcan o eviten emisiones en cualquier país no desarrollado.

Dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio se pueden realizar actividades como reducción de las emisiones o actividades destinadas a aumentar las capturas o la fijación de gases, principalmente CO<sub>2</sub>, a través del manejo, conservación o establecimiento de bosques.

Los mercados de carbono son en esencia globales en alcance y la mayoría de las transacciones involucran a compradores internacionales. Los mercados para los servicios de secuestro de carbono están bien desarrollados y son altamente competitivos. Esta competencia lleva a que los proveedores del servicio reduzcan los costos de transacción y minimicen el riesgo asociado con la confiabilidad de los créditos de carbono.

Dos riesgos ambientales están asociados con la creación de mercados de carbono: el que los bosques de plantación sustituyan a los nativos o financiar conservación en donde no está ocurriendo deforestación. En el primer caso, los mercados de carbono pueden crear incentivos indeseados para la tala y reforestación con monocultivos que absorban el carbono

con mayor rapidez: en el segundo caso se tendrá una situación en la que no se agrega valor en términos de conservación, puesto que los bosques estaban ya protegidos sin necesidad de pagos. Los proyectos de secuestro de carbono, por tanto, deben definirse de modo cuidadoso si se quiere evitar estos resultados adversos.

Actualmente los proyectos forestales que pueden vender sus servicios, son de captura de CO<sub>2</sub> mediante la forestación. Los bosques naturales existentes no pueden participar en el mercado, al menos para el llamado primer período de compromiso 2008 al 2012.

### **Conservación de la Biodiversidad**

Hay un reconocimiento creciente de que la diversidad biológica es un capital global de tremendo valor para las generaciones presentes y futuras. Al mismo tiempo, la amenaza a especies y ecosistemas nunca ha sido tan grande como lo es en el presente. La extinción de especies causadas por las actividades humanas continúa a tasas calificadas como altas.

Los bienes y servicios esenciales para la vida dependen de la variedad y la variabilidad de los genes, las especies, las poblaciones y los ecosistemas, es decir de la diversidad biológica (Espinoza et al., 1999). Los recursos biológicos nutren, visten, proporcionan alojamiento, medicamentos y sustento espiritual a la humanidad. Los ecosistemas naturales, tales como, los bosques, las praderas y los pastizales, los ríos, los lagos y los mares contienen la mayor parte de la biodiversidad de la Tierra. En el medio rural, las tierras de los agricultores, de las comunidades rurales y de las poblaciones indígenas, incluidas las áreas protegidas, son también de gran importancia como reservas, en tanto que los bancos de genes, los jardines botánicos, los parques zoológicos y otras reservas aportan una contribución pequeña pero importante para propósitos económicos y científicos.

La diversidad de la vida generalmente se define en tres categorías: diversidad genética, diversidad de especie y diversidad de ecosistema. Sin embargo, la medición de la biodiversidad no ha sido sencilla y ésta dificultad ha incidido de manera crítica en la creación de mercados y sistemas de incentivos. No obstante, ya se han identificado algunos atributos y respectivas unidades de medición que han determinado un servicio real.

La conservación de la diversidad biológica comúnmente incluye la provisión del hábitat adecuado para una gama de especies de animales y plantas en estado natural y también podría incluir los esfuerzos de erradicación de las especies exóticas. A veces el medio más eficaz para conservar la biodiversidad forestal es el de una protección estricta; es decir, eliminar prácticamente el uso humano.

Al igual que los demás servicios ambientales y de hecho igual que la mayoría de los recursos naturales, la medida y el valor de la biodiversidad dependen del sitio en el que se encuentra. Sin embargo, al contrario de la protección de las cuencas, los beneficiarios o "consumidores" de la biodiversidad a menudo están muy dispersos. Existe evidencia de que la demanda de la biodiversidad se concentra en los países relativamente prósperos, donde no sólo hay más conciencia y preocupación públicas por la conservación de la naturaleza sino también más capacidad de pagar por ella. (Pagiola et al., 2003)

Además del valor puro de existencia, otra justificación frecuentemente citada como recurso para salvar los ecosistemas naturales, es el potencial o "valor de opción" que representa el material genético natural o los compuestos que ocurren naturalmente para la investigación farmacéutica y la aplicación de nuevos fármacos.

### Mercados de Servicios de Biodiversidad

Hay mercados de servicios de biodiversidad en los ámbitos local, nacional e internacional y pueden, por tanto, ser similares a los mercados de carbón o de cuencas hídricas, o una mezcla de ambos. La gran variedad de mercados de biodiversidad genera una multiplicidad de demandas que aumentan la complejidad de la creación del sistema de pagos. Al igual que en el caso de los servicios de cuenca hídrica, los servicios de biodiversidad no se venden de manera directa. Se venden, por el contrario, usos de suelo específicos que se considera protegen a las especies, los ecosistemas y la diversidad genética.

La demanda de conservación de la biodiversidad es principalmente global, aunque en ocasiones resulta local, y los principales compradores son organizaciones internacionales, fundaciones y ONG de conservación. Las empresas farmacéuticas participan también en este mercado. El valor de los servicios de conservación de la biodiversidad es difícil de fijar. Por ejemplo, algunos servicios derivados de la biodiversidad, entre ellos los que surgen de la bio-prospección, se valoran según las opciones de descubrimientos futuros, contexto en el que resulta difícil valorar los servicios y ajustar la demanda con la oferta.

### Belleza Escénica

Los servicios ambientales de belleza escénica se derivan, entre otros, de la presencia de bosques y paisajes naturales. El pago por estos servicios ambientales se realiza generalmente, pero no exclusivamente, a través del turismo, y especialmente mediante el ecoturismo en sus diferentes modalidades. El pago de ingreso a los parques nacionales es una forma de revertir esos recursos al mantenimiento y conservación de las bellezas escénicas. (Rosa et. al. 1999)

El ecoturismo contribuye a la revalorización, conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y culturales de un país. Son numerosas sus opciones temáticas para promover proyectos con participación de los sistemas de áreas protegidas o de conservación, empresas turísticas, comunidades locales, indígenas u otras etnias. Algunas de éstas son:

**Singularidad biofísica:** Incluye bellezas escénicas en lugares en que la naturaleza presenta vistas panorámicas de interés para visitantes. También la singularidad biofísica incluye lugares con una rica biodiversidad de flora y fauna, especies endémicas, relictas y en extinción, lo que puede dar oportunidad para actividades que van desde turismo científico, de observación de la flora y fauna, hasta turismo de aventura



Singularidad histórica, biofísica y etno-cultural: Existen lugares donde ocurre una combinación de éstas características que asocia el legado histórico, las manifestaciones culturales autóctonas o sincréticas, así como el entorno biofísico y sus bellezas escénicas.

### **Mercados de Belleza Escénica**

Los mercados de belleza del paisaje son probablemente los de mayor potencial en materia de servicios ambientales. Hay demanda tanto nacional como internacional para estos servicios. La industria de ecoturismo es, potencialmente, uno de los principales beneficiarios y, por tanto, también de los principales demandantes de servicios de belleza escénica.

Estos servicios, sin embargo, son crecientemente ofrecidos por las comunidades locales y los pueblos indígenas, ya que el concepto de belleza puede también incluir las prácticas culturales, los usos tradicionales del suelo o características arquitectónicas.

Actualmente, las estrategias comerciales de los productos turísticos consisten en el desarrollo de temas comunes y singulares a sus destinos, conocidos como "Rutas Temáticas Turísticas". Las rutas comprenden áreas espacialmente delimitadas, cuyos productos turísticos giran alrededor de temas relacionados con sus atractivos biofísicos (bellezas escénicas), históricos y etno-culturales. Cada ruta posee un destino y circuitos, a través de los cuales se interconectan los sitios turísticos y los atractivos patrimoniales relacionados. En todas estas modalidades, las comunidades que habitan las zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, así como las etnias que se ubican dentro de "rutas temáticas" pueden participar ofreciendo servicios, mostrando su cultura y venta de artículos artesanales, lo que les permite nuevas oportunidades de ingresos.

### **CONCLUSIONES**

Frente al deterioro de los procesos ecológicos por parte de las diferentes actividades humanas, se observa una tendencia por rescatar dichos procesos e incorporarlos en el ámbito económico como servicios ambientales. Al valorizarlos se retribuye, por una parte, a quienes protegen y promueven el mejoramiento de los procesos naturales y, por otra, internalizando costos en los precios a consumidores nacionales e internacionales.

Se cree que los servicios ambientales están entre los beneficios más importantes que brindan los bosques y otros ecosistemas naturales. Normalmente se menciona la protección de cuencas hidrológicas, la conservación de la biodiversidad, la belleza escénica y la captación de carbono como justificación de la conservación o como criterios e indicadores clave de la administración forestal sostenible. En muchos casos se afirma que dichos servicios ambientales tienen más valor que la madera y otros productos provenientes del ecosistema.

La legislación ambiental internacional y la nacional están considerando, de manera creciente, disposiciones que favorecen la protección y conservación de los procesos ecológicos. También existen iniciativas de fomento por el Estado de Chile, tanto del Ministerio de Agricultura como de INNOVA CORFO a través del Instituto Forestal.

La venta de servicios ambientales es una alternativa real y potencialmente sostenible de ingresos económicos para la familia rural, los campesinos, los grupos étnicos y los pequeños, medianos y grandes productores agropecuarios, así como para los dueños de bosques, que por lo general se ubican en el medio rural. En este sentido hay un mercado en desarrollo que ha resultado exitoso en algunos países y que se presenta como una opción viable en Chile.

## REFERENCIAS

- Barrantes, Gerardo, 1998.** Valoración Económico Ecológico del Recurso Hídrico en la Cuenca Arenal: El Agua un Flujo Permanente de Ingreso. Heredia, Costa Rica.
- Barrantes, Gerardo y Roberto, González, 2000.** Capacitación y Sostenibilidad de Activos Naturales y sus Servicios Ambientales. Heredia, Costa Rica.
- Espinoza, N., J. Gatica, J. Smyle, 1999.** El Pago de Servicios Ambientales y el Desarrollo Sostenible en el Medio Rural. RUTA. 59 p.
- Mayrand, K., M. Paquin, 2004.** Pago por Servicios Ambientales: Estudio y Evaluación de Esquemas Vigentes. UNISFERA. Montreal. Canadá. 57 p.
- Pagiola, S., J. Bishop, N. Landell-Mills, 2003.** La Venta de Servicios Ambientales Forestales. Instituto Nacional de Ecología. México. 459 p.
- Rosa, H., D. Herrador, M. Gonzales, 1999.** Valoración y Pago por Servicios Ambientales: Las experiencias de Costa Rica y El Salvador. PRISMA N°5. San Salvador, El Salvador. 20 p.
- Pagiola, S, 2006.** Estado del Arte de los Servicios Ambientales con Énfasis en Estudios de Casos. Seminario Taller Redes Institucionales para una Construcción Colectiva en el Ambito de los Servicios Ambientales. INFOR, UACH.

## APENDICE N° 1

### FUNCIONES ECOSISTEMICAS Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOSQUE

SERVICIOS AMBIENTALES	FUNCIONES	EJEMPLOS
1. Regulación de Gases	Regulación de composición química atmosférica	Balace CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , . etc.
2. Regulación de Clima	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos climáticos locales y globales	Regulación de gases de efectos invernaderos
3. Regulación de disturbios	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales	Protección de tormentas, inundaciones, sequías, respuesta del hábitat a cambios ambientales, etc.
4. Regulación hídrica	Regulación de los flujos hidrológicos	Provisión de agua (riego, agroindustria, transporte acuático).
5. Oferta de agua	Almacenamiento y retención de agua	Provisión de agua mediante cuencas reservorios y acuíferos
6. Retención de sedimentos y control de erosión	Detención del suelo dentro del ecosistema	Prevención de la pérdida de suelo por viento, etc., almacenamiento de agua en lagos y humedales
7. Formación de suelos	Proceso de formación de suelos	Meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica
8. Reciclado de nutrientes	Almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Fijación de nitrógeno, fósforo, potasio, etc.
9. Tratamiento de residuos	Recuperación de nutrientes móviles, remoción y descomposición de excesos de nutrientes y compuestos	Tratamiento de residuos, control de contaminación y desintoxicación
10. Polinización	Movimiento de gametos florales	Provisión de polinizadores para reproducción de poblaciones de plantas
11. Control biológico	Regulación trófica dinámica de poblaciones	Efecto depredador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros depredadores.
12. Refugio de especies	Hábitat para poblaciones residentes y migratorias	Semilleros, hábitat de especies migratorias, locales
13. Producción de Alimentos	Producción primaria bruta de bienes extractables	Producción de peces, gomas, cultivos, frutas, etc.
14. Materia prima	Producción bruta primaria extractable de materias primas	Producción de madera, leña y forrajes
15. Recursos genéticos	Fuentes de material biológico y productos únicos	Medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y plagas de cultivos, etc.
16. Recreación	Proveer oportunidades para actividades recreacionales	Ecoturismo, pesca deportiva, etc.
17. Cultural	Proveer oportunidades para usos no comerciales	Estética, artística, educacional, espiritual, valores científicos del ecosistema

(Fuente: Barrantes y González, 2000, Barrantes 1998)

---

## PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS DEL BOSQUE: UN SIGNIFICATIVO APORTE ECONOMICO A LA EMPRESA FORESTAL.

Alejandro González EUFORES agonzalez@eufores.com.uy y Carolina Sans Depto. Producción Forestal y Tecnología de la Madera. Facultad de Agronomía, urrest@adinet.com.uy

---

### RESUMEN

El uso múltiple comprende los productos y servicios derivados de los bosques, dentro de los cuales el más conocido y valorado es la madera, materia prima fundamental para distintas industrias. Además, y específicamente en Uruguay, los bosques implantados están abiertos al pastoreo. La apicultura es otra actividad en creciente auge. Los hongos, los aceites esenciales y los frutos, son entre otros, algunos de los productos que se extraen de los bosques y son comercializados en el país generando ingresos durante parte o todo el ciclo del bosque. Entre los servicios que brindan los bosques se encuentran las funciones ecológicas, culturales, educativas, recreativas o paisajísticas. Se destacan entre las primeras, la conservación de suelos, la regulación de temperatura y vientos, fijación de dunas, la fijación de CO<sub>2</sub>.

El presente trabajo tiene por objetivo conocer y cuantificar los beneficios no maderables de los bosques. Se realiza una descripción general de los distintos usos que se lleva a cabo en los bosques del país y se detalla y cuantifica los múltiples usos y actividades que se realiza en las masas boscosas de *Eucalyptus spp.* de la empresa EUFORES S.A en la región litoral oeste. Se destaca la importancia económica y social que los mismos tienen para la empresa en particular y el Uruguay en general. Los valores obtenidos sobre el silvopastoreo, la apicultura, los hongos y la fijación de CO<sub>2</sub>. Se presenta a su vez una serie de recomendaciones relativas al mejor uso múltiple del bosque que surgen de este estudio en particular.

### SUMMARY

Multiple use of forest encompasses the goods and services derived from forests, being timber the best known and valuable product, the raw material for different industries. Besides that, and specifically in Uruguay, planted forests are open for grazing. Apiculture is another increasing activity in forest lands. Mushrooms, oils and fruits are, among others, some of the products derived from forests that are commercialised in the country and generate revenues during all or part of forest rotation. Among their services are the ecological, cultural, educational, recreational and landscaping functions. Examples of the first function are, conservation of soils, temperature and wind regulation, dunes fixation and CO<sub>2</sub> sequestration.

The objective of this study is to know and quantify the benefices of non wood forest products and forest activities. A general description of different uses of country forests is presented and a also a detailed description and quantification of multiple uses and activities of *Eucalyptus spp.* forest plantations of Eufores enterprise in the west region of Uruguay. The

results of the study show the economic and social importance of non wood forest products and activities particularly for the enterprise as well as for the country in general. Data obtained from grazing, apiculture, mushrooms and carbon sequestration are presented and recommendations for the best multiple forest use are given.

## INTRODUCCION

Los primeros bosques implantados en Uruguay tuvieron por objetivo el abrigo y sombra para el ganado bovino y ovino (parición y post- esquila), la protección contra los vientos (en cultivos frutales) y la fijación de dunas en la costa atlántica hacia fines del siglo XIX.

Si bien el concepto de uso múltiple del bosque estaba implícito en la utilización con fines de pastoreo, no ha sido práctica común incluirlo en la valoración económica como así tampoco los productos forestales no madereros.

Es recién en la última década que comienza a tomar fuerza el aprovechamiento del bosque como proveedor de toda una serie de bienes y servicios por parte de las empresas forestales, constituyéndose además en objeto de investigación para las instituciones encargadas del tema.

Tomar en cuenta otros productos de los bosques implantados y nativos, como las pasturas del sotobosque y las porciones de campo no forestado (para uso de pastoreo ovino o bovino), las hojas (para extracción de aceites esenciales), los hongos comestibles, o bien la fijación de CO<sub>2</sub> es muy importante al definir las potenciales estrategias macro y micro-económicas de una empresa forestal.

En el ámbito internacional existen diferentes trabajos que recogen las utilidades y usos de los productos no madereros del bosque, sin embargo en el país son pocas las referencias al respecto, por lo que este trabajo constituye uno de las primeras experiencias de valoración en el tema.

## OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por objetivo general conocer los beneficios no maderables de los bosques y por objetivos específicos los siguientes:

Ampliar el conocimiento sobre los productos no maderables derivados de los bosques.

Cuantificar los productos y servicios de los bosques implantados.

Promover el uso múltiple de los bosques en las empresas forestales y la interacción entre estas y las comunidades locales sin distinción de género.

Propender a la difusión de usos alternativos del bosque.

## ANTECEDENTES GENERALES

Las explotaciones forestales del Uruguay han centralizado la visión económica de la explotación del recurso bosque en la utilización de la madera. Como se mencionó líneas arriba, las primeras masas boscosas implantadas en el país tenían por objetivo el abrigo y sombra para el ganado, la protección contra vientos principalmente en cultivos frutales y la fijación de dunas.

Actualmente, y promovido por la segunda Ley forestal (N° 15939, del año 1987), existe un gran desarrollo forestal en el país, con algo más de 700 mil hectáreas forestadas con especies exóticas (eucaliptos, pinos y salicáceas en menor proporción), cuyo objetivo es la producción de madera como materia prima para la producción de celulosa y papel, aserrio y columnas, entre otros. Dentro del Género *Eucalyptus* las especies más plantadas son *E. globulus* (ssp. *globulus*, *maidenii* y, en menor porcentaje, *bicostata*) y *E. grandis*. Dentro del género *Pinus*, las especies más importantes son *P. taeda* y *P. elliotti*.

Las principales masas forestales están concentradas en tres grandes zonas, según grupos de suelos denominados de prioridad forestal por la mencionada ley. Los suelos en estas zonas se caracterizan por ser arenosos, profundos, o bien, rocosos, de baja fertilidad, y bajo índice de productividad para los usos tradicionales (agricultura y ganadería) de la tierra, por lo cual no se trata de un cultivo de competencia.

Las densidades de plantación son variables según género y especie utilizada y destino de los bosques. Las densidades iniciales de los bosques de eucaliptos para producción de pasta de celulosa oscilan entre 1100 y 1600 árboles por hectárea. Los crecimientos medios y turnos de cosecha varían según los diferentes sitios y objetivos de producción. *E. globulus* y *E. grandis*, con crecimientos medios anuales (IMA) muy heterogéneos, que van desde los 12 a los 25 m<sup>3</sup>/ha, se cosechan, en su mayoría, entre los 8 y 12 años de edad.

En los últimos años, otros usos que generan o pueden generar ingresos económicos directos o indirectos, han comenzado a tomar importancia en las empresas que se dedican al rubro forestal (Rowe, R. S.; Mc Cormack, R. J., 1968).

En el Cuadro N° 1 se resume los principales usos identificados en el país.

**Cuadro N° 1.**  
**USO MULTIPLE DE LOS BOSQUES EN URUGUAY**

FUNCIONES	PRODUCTOS / SERVICIOS
<b>Productivas</b>	Silvopastoreo
	Miel
	Hongos
<b>Ecológicas</b>	Aceites esenciales, resinas
	Conservación de suelos
	Regulación de temperatura, vientos
	Fijación de dunas
	Conservación de la diversidad biológica
<b>Socio/culturales</b>	Fijación de CO <sub>2</sub>
	Pedagógico
	Paisajístico
	Recreativo, ecoturismo
	Cultural

## Funciones Productivas

### Silvopastoreo

El pastoreo de bosques con ganado bovino se realiza a partir de los 18 a 24 meses de implantadas las masas (dependiendo del desarrollo del bosque) y hasta la cosecha del mismo (8 a 12 años). Durante la preparación de los terrenos, la plantación y los primeros estadios de crecimiento del bosque, las producciones son incompatibles (el ganado se “rasca” contra los árboles provocando que estos se quiebren, perdiéndose por lo tanto ejemplares o al menos parte del crecimiento de los mismos).

La carga animal en los campos forestados depende de varios factores, entre los que destacan:

- Especie forestal: Dentro del género *Eucalyptus* hay una marcada diferencia entre las dos especies más plantadas por la arquitectura y el desarrollo de la copa y la conformación del follaje. En montes de *E. globulus* el cierre del dosel se produce más tarde comparado con *E. grandis*, e incluso muchas veces no se cierra totalmente, con lo cual durante todo el turno de producción subsiste un tapiz vegetal bajo los árboles. En plantaciones de *E. grandis* muchas veces el tapiz desaparece bajo la sombra y el mantillo producido por los árboles.
- Silvicultura aplicada: El marco de plantación es determinante en la producción de forraje a lo largo del turno de producción, por ejemplo para una misma densidad de plantación (ej. 1250 árboles/ ha.) la producción de forraje será mayor en aquella plantación donde mayor sea la distancia entre filas (un espaciamiento de 4 metros generará más cobertura de gramíneas y otras especies en la entrefila que un espaciamiento de 3 metros).
- Tipo de suelo: La fertilidad natural de los suelos determina diferencias en la producción de forraje (diferencias en la producción anual media de materia seca), con lo cual la carga animal depende en gran medida del tipo de suelo en cuestión.
- Época del año: Asociado con el tipo de suelo, los ciclos de las pasturas pueden ser perennes, estivales o invernales por lo que la carga animal variará según la disponibilidad en cada momento.

Las experiencias de silvopastoreo con ganado ovino son más recientes. Los animales pueden ingresar al bosque a los 6 meses (en promedio), dado el comportamiento de las ovejas de no recostarse sobre los árboles y su menor tamaño que también minimiza posibles perjuicios. Si bien en muchos casos es importante para el productor agropecuario tener la posibilidad de usar campos forestados, en el caso del ganado ovino se presenta la dificultad al momento de juntar las majadas dentro del bosque pues a veces se producen pérdidas de algún animal enfermo entre los árboles. La carga animal dependerá en este caso de los mismos factores mencionados para el ganado bovino.

## Apicultura

Si bien la compatibilidad entre las producciones maderera y apícola es compleja, principalmente por el riesgo de incendios forestales y el riesgo potencial a la salud por picadura de los insectos a los trabajadores forestales, se ha comenzado a realizar algunas pruebas previo "protocolo" de acción dentro de los predios forestales. Así, se trata de aprovechar una de las cualidades de los eucaliptos que es la de ser, en general, buen productor de néctar y polen, lo que permite una buena producción de miel. De acuerdo a la información recabada, la producción por colmena en bosques de *E. grandis* aumenta de 30– 35 Kg. a alrededor de 60 Kg. por colmena.

La especie de abeja más frecuente en Uruguay es *Apis mellifera*. El complemento apicultura tradicional y forestación podría ser de gran impacto, pues permitiría, además de aumentar los volúmenes de producción por cosecha, incrementar el número de las mismas dado que en Uruguay, luego de las cosechas de verano sobre pasturas (semilleros), las colmenas se reducen y dejan de producir por la inexistencia de flores disponibles. Por lo tanto, las especies de eucaliptos que florecen en otoño podrían suministrar las flores para que las abejas sigan trabajando. Para ello, los volúmenes de floración deben ser importantes o de lo contrario el insecto reduce la producción y la misma deja de ser rentable.

En Uruguay, la floración del género *Eucalyptus* es variable según la especie, por ejemplo, *E. grandis* florece a edad más temprana que *E. globulus*, lo que favorece a los apicultores en la producción de miel. Recientemente se promulgó una ley (N° 17115) que limita los subsidios a la producción (forestal u otras) a los proyectos tendientes al desarrollo apícola. El artículo 8 de esta ley expresa que "aquellos proyectos de explotación, agrícola, pecuaria o forestal que aspiren a ser beneficiados por subsidio público, incluyendo crédito en condiciones preferenciales, exoneraciones impositivas o arancelarias específicas, deberán incluir una adecuada explotación del potencial apícola vinculado al emprendimiento". Esta ley no ha sido aún reglamentada por lo que lo dispuesto en la misma todavía no se aplica en la práctica.

## Hongos

El principal uso comercial de los hongos es para alimentación (Deschamps, J. R., 2002). Si bien en el país el tema ha sido hasta ahora poco considerado, se destacan claramente dos líneas de desarrollo en el ámbito forestal. Por un lado, en la costa este del país, mayoritariamente en bosque de pinos (*P. pinaster*), personas que viven en la zona recolectan hongos que luego venden a orillas de la ruta Interbalnearia, ya sea al natural o en conserva. Por otro lado, en los últimos años ha tenido gran desarrollo la producción del hongo *Lentinus edodes*, "Shiitake" u "hongo japonés". Se trata de un hongo saprofito que puede ser cultivado sobre troncos de eucaliptos procedentes de podas, raleos o residuos de cosecha. El proceso de producción consiste en perforar los troncos (de diámetros comprendidos entre 10 y 15 cm. y de 1 a 1,20 m de largo), con contenidos iniciales de humedad entre 35 y 55%, e inocularlos. A los 4-6 meses de realizada la inoculación con el micelio del hongo se procede a la cosecha. Durante ese periodo la temperatura debe mantenerse entre 22 - 25° C. El rendimiento por tronco es variable, oscilando entre 0,75 y 1 kilogramo. Luego de realizada la cosecha la conservación se realiza a bajas temperaturas

(0° a 2° C) y altos contenidos de humedad (85 a 95%), por un periodo máximo de alrededor de 15 días.

### Aceites Esenciales y Resinas

La producción de aceites esenciales en el sector forestal uruguayo se basa en el uso de las hojas de *E. globulus* ssp. *globulus* que quedan luego de la cosecha forestal, las que se procesan con destiladores especiales. Una hectárea de *E. globulus* maduro rinde alrededor de 9.000 kg. de hojas. El rendimiento en aceite se estima entre el 1,2 y 1,7 % del peso de las hojas.

Respecto de las resinas, *P. elliotii* es la especie más adecuada. Se debe tener en cuenta la reducción que se produce en crecimiento con el proceso de resinación, con lo cual es imprescindible la cuantificación económica del proceso. Han sido muy pocos y a escala experimental los trabajos de este tipo y han tenido lugar en los años 30 el primer ensayo y a fines de la década del 70 otra de las experiencias.

### Funciones Ecológicas

#### Conservación de Suelos

Los árboles inciden en el escurrimiento superficial del agua de lluvia y, por lo tanto, en la disminución del arrastre de partículas del suelo. Esto hace que se reduzca la erosión difusa. Es este un aspecto muy importante que se toma en cuenta al momento de diseñar las parcelas y en la época de preparación del terreno dedicado a forestación. La legislación vigente contempla estos aspectos a efectos de controlar los posibles impactos al suelo por mal manejo de los mismos (V Jornadas Técnicas, 1989).

#### Regulación de la Temperatura, Viento y Otros

Las masas boscosas regulan la temperatura, actuando sobre la radiación solar total que ingresa al sistema, parte de la misma es absorbida por los árboles y se produce sensible disminución del albedo. Tanto los bosques nativos como los plantados actúan como resguardo para el ganado o cultivos contra el frío, viento o sol ("bosques de abrigo para parición y post esquila y bosques de sombra" para el ganado; "cortinas rompevientos" para protección de cultivos cítricos, viveros, etc).

#### Fijación de Dunas

En la costa este los bosques de *P. pinaster* (pino marítimo) han sido fundamentales en los procesos de fijación de dunas.

#### Conservación de la Diversidad Biológica

Estudios realizados (Prigioni y Villalba, 2005) en bosques de eucaliptos en el litoral oeste uruguayo dan por resultado que la fauna nativa se mantiene tanto dentro como en la

periferia del bosque, en manchas y corredores de praderas no cultivadas (campo natural), bosques nativos (ribereños o de galerías), palmares y bañados. Es importante resaltar que la Ley Forestal N° 15939 prohíbe la corta o cualquier otra operación que atente contra la supervivencia del monte nativo en todo el territorio nacional.

### Fijación de CO<sub>2</sub>

Además de la función ecológica, la fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques adquiere valor económico. Se han iniciado recientemente en el país los primeros estudios tendientes a cuantificar la biomasa aérea forestal y captación de carbono en plantaciones de eucaliptos (Stevens, James A. y Montgomery Claire A., 2002).

## Funciones Social y Cultural

### Educación

Existen en el país varios ejemplos de actividades de educación ambiental e interpretación en áreas de bosques implantados (senderos de interpretación en Parque Anchorena, Parque Santa Teresa, Parque de Vacaciones para Funcionarios de UTE-ANTEL) si bien el mayor número de estas actividades se realizan en áreas de bosque nativo.

### Paisaje

Los diferentes tipos de bosques nativos así como los bosques implantados componen junto a la topografía, las actividades del hombre y los cursos de agua, diferentes paisajes que marcan la identidad de los sitios donde se ubican.

### Recreación y Ecoturismo

En el país, el uso temporario del bosque industrial como área recreativa no se ha dado hasta el momento pero existen áreas boscosas, algunas de ellas parqueadas, dedicadas a actividades de camping o pic nic. También se destacan los bosques costeros cuyo objetivo original fue la fijación de dunas que desde hace ya varias décadas cumplen fundamentalmente un rol recreativo (Sans, C., 1992).

### Cultura

En ocasiones los predios forestales albergan monumentos históricos. Su protección y cuidado pasa a ser responsabilidad de la empresa o propietario del lugar como la "Tapera de Darwin" en tierras forestadas de la Empresa EUFORES S.A. en la zona de Bequeló en el Departamento de Soriano, o las ruinas del viejo saladero inglés de Mbopicuá sobre las costas del Río Uruguay en las cercanías de Fray Bentos en el Departamento de Río Negro.



## MATERIAL Y METODO

El estudio de caso que se presenta está basado en un trabajo de tesis realizado a escala nacional (Antón, sin publicar). Se recabó información y se llevaron a cabo entrevistas al nivel de una empresa forestal. Los datos obtenidos fueron analizados y procesados para luego proceder a la evaluación económica de los diferentes productos no madereros identificados.

Para la valoración económica se tuvo en cuenta los ingresos directos de dinero que genera el uso de la masa boscosa, como así también los ingresos indirectos, como por ejemplo por reducciones en las aplicaciones de químicos.

## ESTUDIO DE CASO: LA EMPRESA EUFORES

La empresa forestal EUFORES SA tiene sus campos mayoritariamente en el litoral oeste uruguayo, en los departamentos de Río Negro, Soriano y Paysandú, sobre suelos arenosos y en menor proporción en el sur- este, sobre suelos rocosos.

Las plantaciones están compuestas, en mayor área, por *E. globulus ssp. globulus*, y en menor porcentaje por *E. globulus ssp. maidenii*, *E. globulus ssp. bicostata*, *E. grandis*, *E. dunnii*, *Pinus spp* y algo de *Salicáceas*, con densidades de plantación que varían entre 1100 y 1500 árboles por hectárea y turnos de cosecha que van de los 8 a 10 años. Se realizan tareas de mantenimiento durante los primeros estadios de crecimiento para eliminar las pasturas que sean competencia para el bosque. Luego de cosechado el bosque, parte de los predios son reforestados (plantación en entrefilas de tocones originales) y parte se destina a segundo turno (manejo de rebrotes). La decisión se toma en función del estado anterior del bosque (densidad, aspecto sanitario) y disponibilidad de plantas, entre otras.

El uso múltiple de las áreas boscosas y la obtención de productos forestales no madereros constituyen un objetivo importante para la empresa, aunque la finalidad principal es la producción de madera pulpable para exportación. A continuación se describe y evalúa los diferentes usos y productos no madereros provenientes de los bosques.

### Silvopastoreo con Ganado Bovino

El pastoreo de los bosques con ganado bovino se realiza a partir de los 18 a 24 meses de implantadas las masas, según el desarrollo de los árboles, permaneciendo los animales hasta la cosecha del mismo. Es determinante la evaluación técnica de cuándo, qué tipo de ganado (peso vivo del animal) y carga (unidades ganaderas por hectárea) ingresará al predio, ya que una mala decisión (cuando los árboles aún no tienen el desarrollo óptimo) significará posteriores pérdidas de ejemplares o retraso del crecimiento por daños de animales al recostarse a los árboles (Empresa Secco Hnos., 1998. Evaluación de Manejo Silvopastoril. Experiencia Nacional, Informe).

## Ingresos Directos

En el Cuadro N° 2 se indica los parámetros a tener a considerar para cuantificar los ingresos por silvopastoreo en bosques de *E. globulus ssp. globulus*.

**Cuadro N° 2**  
**PARAMETROS A CONSIDERAR EN LA CUANTIFICACIÓN DE INGRESOS POR SILVOPASTOREO**

Parámetros	Valor	Observaciones
Área forestada (media)	65% del total	Se produce un 10% de pasturas en un campo forestado respecto al campo natural.
Oferta anual de Materia Seca	1245 kg. MS/ha (1)	Producción anual de Materia Seca promedio, en campo natural (área sin forestar): 3000 Kg. MS/ha.
Consumo de 1 UG	3814 kg. MS/año (2)	Se estima un consumo potencial del vacuno de 2,75 % del peso vivo (promedio)
Dotación promedio	0,33 UG/ha	Oferta de forraje / consumo de UG = 1245/3814

Nota: (1)  $3000 \text{ Kg.} \cdot 0,35$  (área no forestada) +  $3000 \text{ Kg.} \cdot 0,1 \cdot 0,65$  (área forestada)

(2)  $380 \text{ Kg peso vivo (animal adulto)} \cdot 2,75\% \cdot 365 \text{ días}$

Esta dotación promedio de ganado bovino (0,33 UG/ha) puede diferenciarse claramente en dos realidades distintas a lo largo del turno del bosque. En los primeros 3 años de ingreso de ganado (24 meses al 5° año) la dotación puede ascender a 0,4 UG/ha, mientras que en los últimos 3 a 4 años (hasta el 8° o 9° año) la dotación baja a 0,3 UG/ha. Esto es debido a la disponibilidad de forraje a lo largo del período, a medida que los árboles crecen se produce un mayor "cierre de copa" y las pasturas dentro del bosque disminuyen en cantidad y calidad. Una renta media actual en campos forestados es de alrededor de 0,95 US \$/ha/mes para los primeros tres años y de 0,65 US \$/ha/mes para los últimos tres a cuatro años, con lo cual puede estimarse un ingreso anual medio durante 7 años (desde los 24 meses hasta cosecha, suponiendo que la misma se efectúe al 9° año) de 9,4 US \$/ha/año (0,78 US \$ promedio/ha/mes\* 12 meses). En la Figura N° 1 se muestra el ingreso anual por pastoreo bovino.

## Ingresos Indirectos

Se refiere a la reducción por parte del productor forestal en la aplicación de tratamientos químicos al bosque. El ingreso de ganado evita al menos la aplicación de un tratamiento en entre filas de plantación con glifosato que es utilizado para eliminar las pasturas que compiten con los árboles en los primeros años de crecimiento y que limitan o retrasan el crecimiento de los mismos. Actualmente el costo de una aplicación de glifosato en entre filas es de 13 US \$/ha, a lo que se suma el costo del producto (2 US \$/L). Dado que la aplicación se realiza a razón de 3 L/ha (promedio), el ahorro final es de alrededor de 19 US \$/ha



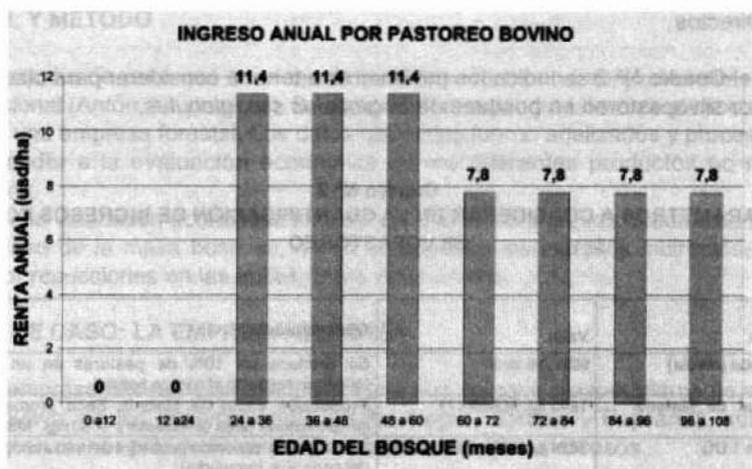


Figura N° 1.  
INGRESO ANUAL POR PASTOREO BOVINO

### Silvopastoreo con Ganado Ovino

Se está realizando actualmente experiencias piloto con ingreso de lanaras en los bosques desde los 6 meses de implantados y hasta el ingreso a los mismos de ganado bovino, que como fue mencionado anteriormente se produce entre los 18 y 24 meses.

#### Ingresos Directos

Actualmente no se cobra renta al productor agropecuario para el uso de los campos forestados con ganado ovino. Se pacta el cobro de rentas a partir del ingreso de ganado bovino y exclusión del ovino. Los beneficios económicos para el productor forestal se dan por los ahorros en la aplicación de químicos tanto en la entre fila como en la fila de plantación para eliminar las pasturas.

#### Ingresos Indirectos

El ingreso de ovinos en los bosques a los 6 meses permite reducir como mínimo una aplicación de glifosato en la fila. El costo de la misma es de 16 US \$/ha (aplicación manual con mochilas). A ello se suma el costo del producto que es de 2 US \$/L a razón de 1 L/ha. En total, el ahorro de una aplicación de herbicida en la fila de plantación es de alrededor de 18 US \$/ha. En referencia al control en la entrefila de plantación el ganado ovino evita por lo menos de dos a tres aplicaciones de glifosato. Como se explicó para el ganado bovino, el costo de una aplicación de glifosato en entre filas es de 13 US \$/ha y el costo del producto es de 2 US \$/L. Dado que la aplicación se realiza a 3 L/ha, el ahorro final es de aproximadamente 19 US \$/ha. El ahorro total estimado en la aplicación de químicos con el ingreso de ovinos, considerando una aplicación en la fila y dos en la entre fila es de unos 56 US \$/ha.

## Producción de Miel

Si bien actualmente no se están realizando experiencias de producción de miel, existen propuestas para realizar pruebas piloto en predios forestados con *E. grandis*. Los productores apícolas colocarán las colmenas en la masa boscosa por el período de floración de los árboles (3 a 4 meses), manejándose según protocolos de acción dentro del bosque. En promedio se hace referencia a una tarifa de 4 a 5 US \$/colmena/mes, con una densidad media de 4 colmenas por hectárea, lo que determina un precio total de entre 16 y 20 US \$/ha/mes. El ingreso anual sería de alrededor de 72 US \$/ha, considerando que solo se utilice el bosque durante el período de floración (4 meses máximo\* 18 US \$/ha/mes promedio).

## Producción de Hongos

Promovida por la empresa EUFORES S.A., se desarrolla en la ciudad de Fray Bentos desde el año 2003 una cooperativa local de productores de Shiitake. El suministro de los troncos (restos de la cosecha forestal); el lugar físico para el cultivo del hongo y el asesoramiento técnico (inicialmente por experto japonés) están a cargo de la empresa. De esta forma se logra generar mano de obra para pobladores, hombres y mujeres, desempleados o subempleados de la ciudad de Fray Bentos, quienes han encontrado de esta forma un ingreso económico. Los rendimientos del cultivo coinciden con los promedios mundiales de alrededor de  $\approx$  a 1 kg. de Shiitake por tronco. El costo de producción total estimado, considerando una producción base de 1500 troncos, es de unos 2,3 US \$/kg. Esto incluye los costos de inoculación (1,26 US \$), incubación- cosecha (0,64 US \$) y postcosecha (0,4 US \$). El precio al público en la ciudad de Fray Bentos es de 3 US \$/kg.

## Aceites Esenciales

Como se mencionó anteriormente, la producción de aceites esenciales se da a través del uso de hojas de *E. globulus* ssp. *globulus* que quedan como residuos de la cosecha forestal. Si bien EUFORES no ha comenzado aún a desarrollar el tema, está analizando una propuesta concreta de gestión donde las hojas, a través de destiladores especiales, serían aprovechadas en el propio bosque. La extracción de la esencia se realizaría por cohobación, durante 3 ó 4 horas las hojas son sometidas al paso de vapor que se desplaza por una tubería y es expulsado por cañerías sumergidas en agua fría y se condensa como un líquido compuesto por agua y aceite, que se separa posteriormente por diferencias de densidad. Si bien esto no generaría ingresos, al menos al principio, el beneficio para la empresa estaría dado por la eliminación de gran parte de los residuos de la cosecha forestal lo que facilitaría los tratamientos silvícolas de segundo turno, con la reducción en los costos de los mismos.

## Fijación de CO<sub>2</sub>

Un equipo de investigación del Departamento de Producción Forestal y Tecnología de la Madera de la Facultad de Agronomía realizó a través de un Convenio con Eufores un estudio de cuantificación de la biomasa aérea forestal en plantaciones de *E. globulus* en el litoral oeste uruguayo (patrimonio forestal de EUFORES) como estudio previo para la



aplicación de modelo CO<sub>2</sub>Fix que permite el cálculo de carbono secuestrado. Los resultados del trabajo de investigación son resumidos en el Cuadro N° 3.

**Cuadro 3.**  
**PRODUCCION DE MATERIA SECA- PROMEDIO ANUAL**

ZONAS	ALGORTA	SORIANO	TRES BOCAS	QUEBRACHO	LITORAL PROMEDIO
MAT. SECA (t/ha)	11,38	15,48	15,42	10,93	12,98

Aproximadamente la mitad de la materia seca total corresponde a carbono (5,66 t de 12,98 t). Los resultados del estudio establecen que la fijación anual media de CO<sub>2</sub> para los bosques de *E. globulus* en el litoral uruguayo es de 20,71 toneladas CO<sub>2</sub> / ha / año. Desde un punto de vista ecológico y a modo de ejemplo, durante el período 2000-2004 el patrimonio forestal de EUFORES en Uruguay a través de la captación de CO<sub>2</sub> permitiría anular las emisiones de CO<sub>2</sub> de la totalidad de los vehículos 0 Km. que salieron al mercado en ese período.

Otro aspecto interesante es que en promedio cada uruguayo emite a la atmósfera una tonelada de CO<sub>2</sub> al año. Si una hectárea de eucaliptos fija alrededor de 21 t. de CO<sub>2</sub> al año, y la densidad media de plantación en el litoral es de 1300 árboles por hectárea, se necesita 62 árboles para anular las emisiones de CO<sub>2</sub> de una persona cada año. Desde un punto de vista *económico*, se afirma que el precio de mercado para el carbono fijado por los bosques estaría en los 10 US \$/t. de CO<sub>2</sub> fijada. Considerando que se fijan anualmente 21 t., los ingresos por concepto de fijación de CO<sub>2</sub> serían de unos 210 US \$ por hectárea y año.

El Mecanismo de Desarrollo limpio (MDL), establecido por el Protocolo de Kyoto sobre Cambio Climático, acepta proyectos de forestación y reforestación (A/R) en países en desarrollo como beneficiarios de pago por fijación de carbono siempre que cumplan con diversos requisitos. Entre estos destaca el principio de la adicionalidad, esto es que la captura o fijación de carbono sea adicional a la que se produciría sin este pago. EUFORES está estudiando las condiciones bajo las que algunas de sus nuevas plantaciones podrían ser beneficiarias de estos pagos, posiblemente en suelos marginales a la actual actividad forestal, suelos degradados que requieren recuperación u otros casos.

### Conservación de la Diversidad Biológica

La empresa EUFORES S.A. posee dos áreas de conservación de fauna y flora. *Santo Domingo* en el norte de Paysandú y *Mbopicuá*, un reservorio de flora y estación de cría, en las cercanías de la ciudad de Fray Bentos.

La prohibición de la caza y la conservación de la flora nativa son principios importantes para la empresa, que los aplica en todas las áreas. En el establecimiento *Santo Domingo* se ha reportado (Prigioni y Villalba, 2005) alrededor de 160 especies de aves (cerca del 35 % de todas las aves del país), además de murciélagos (de las palmeras y vampiro), armadillos (mulita, tatú, peludo), zorro gris, zorrillo, hurón, mano pelada, lobito de río, gato montés,

roedores (nutria, apereá, carpincho, tucu- tucu), exóticas (ciervo axis, jabali, liebre), reptiles (tortugas, lagartos, lagartijas, yacaré), ofidios, anfibios (sapos y ranas), entre otros. Además, se lleva a cabo un plan de recuperación del Palmar, específicamente de la palma Butiá Yatay, que se encuentra en los departamentos de Paysandú y Río Negro. Las áreas naturales de esta palmera han disminuido considerablemente en los últimos años debido a que los campos donde se encuentran están sujetos a pastoreo y el rodeo vacuno come los nuevos ejemplares que nacen cada año.

En *Mbopicua* existe una estación de cría donde se reproducen y crecen especies de fauna nativa en peligro de extinción como el yacaré, mano pelada, pecari de collar o aves como el cardenal amarillo o el rey del bosque; algunas de las cuales son luego reintroducidas en su hábitat natural. Ejemplo de esto último son los yacarés que cada año son liberados en la finca Santo Domingo.

### **Otros Productos y Roles de los Bosques**

Se destaca el rol educativo que cumple la reserva de Mbopicuá en Fray Bentos, donde maestras con formación específica en el tema actúan como guías de escolares, enseñándoles la estación de cría de animales autóctonos y el monte ribereño que se extiende sobre la costa del Río Uruguay. Durante el año 2005, unos 2 mil niños visitaron junto a sus maestras esta reserva.

Desde un punto de vista cultural se enmarcan la conservación de la Tapera de Darwin en el Departamento de Soriano, o las ruinas del saladero de Mbopicuá sobre las costas del Río Uruguay en las cercanías de Fray Bentos. En ambos casos estos monumentos son gestionados de forma que conserven su fisonomía original, sin permitir su deterioro por actividades humanas asociadas.

### **Resumen Productos Forestales No Madereros EUFORES**

En el Cuadro N° 4 se presenta de manera resumida los productos forestales no madereros de los bosques de la empresa.



**Cuadro N° 4.**  
**RESUMEN DE LOS PFM- EUFORES**

PRODUCTOS/SERVICIOS	INGRESOS DIRECTOS (US \$/ha)	INGRESOS INDIRECTOS (US \$/ha)	OTROS BENEFICIOS	RECOMENDACIONES O CUIDADOS
Silvopastoreo bovino	9,4/año	19	Relacionamiento con productores	Protocolo de acción
Silvopastoreo ovino	-	56	Relacionamiento con productores	Protocolo de acción
Miel	72/año (en estudio de implantación)	-	Relacionamiento con productores	Protocolo de acción, sería solo en <i>E. grandis</i>
Hongos	-	-	Generación de mano de obra	-
Aceites esenciales	-	-	Facilitar 2° turno	Se está en fase de estudio de propuesta
Fijación de CO <sub>2</sub>	210/año (estimado, no aplicado aun)	-	La propia fijación del CO <sub>2</sub>	-
Conservación de la Diversidad Biológic.	-	-	Mantenimiento de la biodiversidad	-
Pedagógico	-	-	Educación de escolares, relacionamiento	-
Cultural	-	-	protección de monumentos	-

A modo de ejemplo, el precio de mercado del metro cúbico sólido de *E. globulus ssp. globulus* en pie es de unos 16 US \$, dependiendo de varios parámetros entre los que pueden ser mencionados distancia a puerto (por costos de fletes, ese precio es a distancia media de 100 Km.) y estado general del bosque (por costos de cosecha). El precio de la madera puesta en puerto ronda los 37 US \$/m<sup>3</sup> (16 US \$ en pie + 12 de cosecha + 9 de flete). Considerando un turno de 9 años y un crecimiento medio anual de 18 m<sup>3</sup>, el ingreso por madera es de unos 2.600 US \$ al noveno año (9\* 18\* 16 US \$).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La posibilidad de realizar actividades alternativas dentro de la masa boscosa a medida que esta se desarrolla, permite la obtención de rentas que posibilitan el prorroto de gastos e ingresos entre distintos rubros durante el ciclo de crecimiento del Bosque.

Esta generación de ingresos tanto directos como indirectos, se puede dar sin perder de vista el objetivo primario y más importante que para cualquier empresa forestal es el de producir la mayor cantidad de madera en el plazo de tiempo más corto posible.

Se generan beneficios positivos para las comunidades locales, lográndose una mejor y más fluida integración con el medio rural, compatibilizando en tiempo y espacio la producción maderera con alguna de las actividades agropecuarias tradicionales.

Las funciones ecológicas que cumplen los bosques son muy importantes para la sociedad en su conjunto, de modo que potenciar el desarrollo de las mismas es trascendente para generaciones actuales y futuras.

Las distintas funciones sociales que cumplen los bosques son aprovechadas por gran parte de la sociedad (recreación, conservación, etc.) sirviendo de interacción con el medio y ayudando a concientizar al ser humano de lo importante del cuidado del medio ambiente todo y de los bosques en particular.

Los procesos de certificación del origen de las maderas procedentes de determinados bosques son muy importantes tanto para informar a los consumidores del origen de la misma como para promover la ordenación sostenible de los bosques.

Como recomendaciones del estudio se puede anotar las siguientes:

Para gestionar los bosques desde un punto de vista de uso múltiple es imprescindible la realización de Planes de Manejo, como forma de ordenar el bosque y maximizar los potenciales usos del mismo durante el turno de la masa. Un Plan de Manejo basado en el principio de uso múltiple, deberá contemplar el desarrollo integral de todos los recursos que existen en el área de una manera armónica, con los fines de proporcionar los productos y servicios de acuerdo con las necesidades económicas, sociales y culturales de la gente.

Es fundamental la correcta elección de los usos a llevar a cabo, no pudiendo ser competitivos, o sea el uso alternativo del bosque no puede afectar negativamente el desarrollo de la masa boscosa.

Toda intervención en los bosques por usos múltiples (pastoreo, aceites esenciales, colmenas, otros) debe llevarse a cabo a través de protocolos de acción, como forma de evitar posibles daños a los árboles.

Sería importante evaluar y cuantificar en trabajos sucesivos los usos alternativos en masas boscosas con otros fines industriales (como aserrijo), de rotación más prolongada, en donde la aplicación de regímenes de poda y raleo proporcionan más luz y espacio y muy probablemente favorecerán la integración de usos adicionales como la ganadería u otros.

## REFERENCIAS

**Deschamps, J. R., 2002.** Hongos Silvestres Comestibles del MERCOSUR con Valor Gastronómico: Documento de Trabajo, Departamento de Investigación, Área de Estudios Agrarios, Universidad de Belgrano, Buenos Aires.

**Empresa Secco Hnos., 1998.** Evaluación de Manejo Silvopastoril. Experiencia Nacional, Informe. Eufores. Vida entre Palmeras. Flora y Fauna de Santo Domingo.

**Prigioni, C.; Villalba, J., 2005.** Flora y Fauna en Predios de la Empresa Eufores. Informe Revista CHILE Forestal. 1976; Año 2, N° 12, Chile.



**Rowe, R. S.; Mc Cormack, R. J., 1968.** Silvicultura y Uso Múltiple de la Tierra, India.

**Sans, C., 1992.** Uso recreativo del Bosque. Notas Técnicas N° 19, Montevideo, Uruguay.

**V Jornadas Técnicas, 1989.** Uso Múltiple del bosque y Sistemas Agroforestales, Misiones, Argentina.

**Stevens, James A. y Montgomery Claire A., 2002.** Understanding the Compatibility of Multiple Uses on Forest Land: A Survey of Multiresource Research with Application to the Pacific Northwest; United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report.

---

## 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 estará compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente un número especial.

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, Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

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. El Summary es evidentemente la versión en inglés del Resumen. No deben incluir referencias, cuadros ni figuras.

**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:** Visión 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 este.

**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. En su primera página arriba tendrán el título del trabajo y la identificación de los autores, institución y país.

## 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 (5 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 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 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.

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 (5 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, 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 (no Bibliografía) 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.

Cuadros y Figuras: Numeradas correlativamente, 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). 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, eventualmente en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su impresión.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atentas 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** y no M. m. MT MTS mt mts o mtrs y otras formas como a menudo se ve en las carreteras y otros lugares; metro cúbico m<sup>3</sup>, metro ruma mr; o hectáreas **ha** y no HTA HAS há o hás.

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.

Archivos protegidos, sólo lectura o en 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

## CONTENIDO

### ARTICULOS

ANTECEDENTES PARA EL USO DEL MONTE BAJO DE *Eucalyptus globulus* EN CHILE. Juan Carlos Pinilla, María Paz Molina y Mauricio Aguilera. Chile.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE OPCIONES PRODUCTIVAS PARA PLANTACIONES DE *Eucalyptus nitens* EN EL SUR DE CHILE. Juan Carlos Valencia y Jorge Cabrera. Chile

SILVICULTURE OF EUCALYPT PLANTATIONS IN SOUTHERN AUSTRALIA FOR HIGH-VALUE SOLID WOOD PRODUCTS. Tom Baker y Peter Volver. Australia

REQUERIMIENTOS DE INNOVACIÓN ESTRATÉGICA COMPETITIVA PARA EL SECTOR FORESTAL. Ignacio Cerda, Carlos Olavarria, Armando Sanhueza y Omar Villanueva O. Chile.

ESTUDIOS DE MERCADO: EL CASO DE LA MADERA DE CANELO EN ESTADOS UNIDOS Y EUROPA. Jorge Cabrera. Chile.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y PRODUCTIVA DE RODALES FORESTALES DE CASTAÑO EN CHILE. Susana Benedetti y Jaime Saavedra. Chile

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN BIOMASA AÉREA DE BOLDO (*Peumus boldus* Mol.) EN UN BOSQUE ESCLERÓFILO. Sergio Donoso y Leonardo Duran. Chile.

ENSAYOS DE RECUPERACION DE FORMACIONES NATURALES DE GUAYACAN. Antonio Vita. Chile

### APUNTES

EL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN EL MANEJO FORESTAL EN CENTROAMERICA. José Joaquín Campos, Roger Villalobos y Bastiaan Louman. Costa Rica

EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES, CONCEPTOS Y MERCADOS. Jorge Cabrera. Chile.

PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS DEL BOSQUE: UN SIGNIFICATIVO APOORTE ECONÓMICO A LA EMPRESA FORESTAL. Alejandro González y Carolina Sans. Uruguay.

### REGLAMENTO DE PUBLICACION



**INFOR**



GOBIERNO DE CHILE  
Ministerio de Agricultura

Volumen 13 N°1  
Abril 2007