

Volumen 13 N°1
Abril 2007

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

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



VOLUMEN 13 Nº 1

**CIENCIA E
INVESTIGACION
FORESTAL**

ABRIL 2007

Propiedad Intelectual

Registro Nº 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.

Directora	Marta Abalos Romero	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR – IUFRO	Chile
Consejo Editor	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
Comité Editor	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAYDS	Argentina
	Heinrich Schmutzenhofer	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
	Osvaldo Encinas	ULA	Venezuela
Dirección	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 CHILE¹

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.

¹ 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

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 m³/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 descende (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 corta².

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.

² 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.²
- **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.
- **Período 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; Peñaloza, 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 rendimientos³.

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.

³ Estudio Inicial de Modelos de Crecimiento para Monte Bajo de *Eucalyptus globulus* en Chile. Documento de Trabajo PMB-05. Informe de Proyecto FONDEF D021117. 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 compararla 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.⁴

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

⁴ 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 m³ssc para un IU=5 cm
D = Dap (cm) (para Diámetros ≥ 8 cm)
H = Altura Total (m)

El estudio⁵ 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 si 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

⁵ 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), Superfosfato Triple (Fósforo) y Salitre Potasico (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.



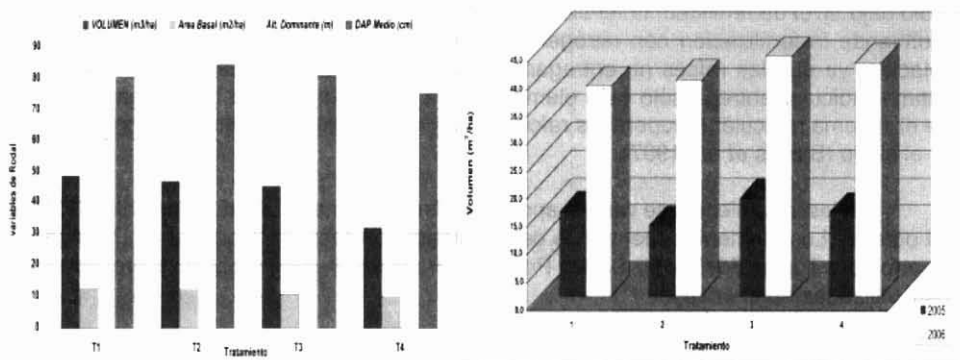


Figura N° 1

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 m², 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.

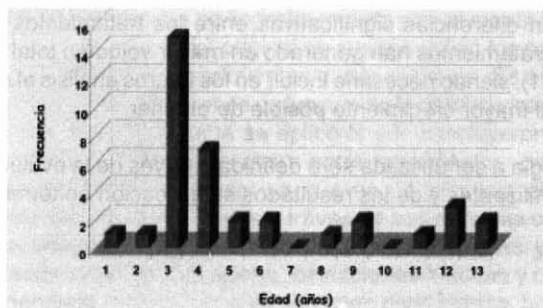


Figura N° 2

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 asíntota 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 m³/ha/año, con valores máximos de 35 m³/ha/año.

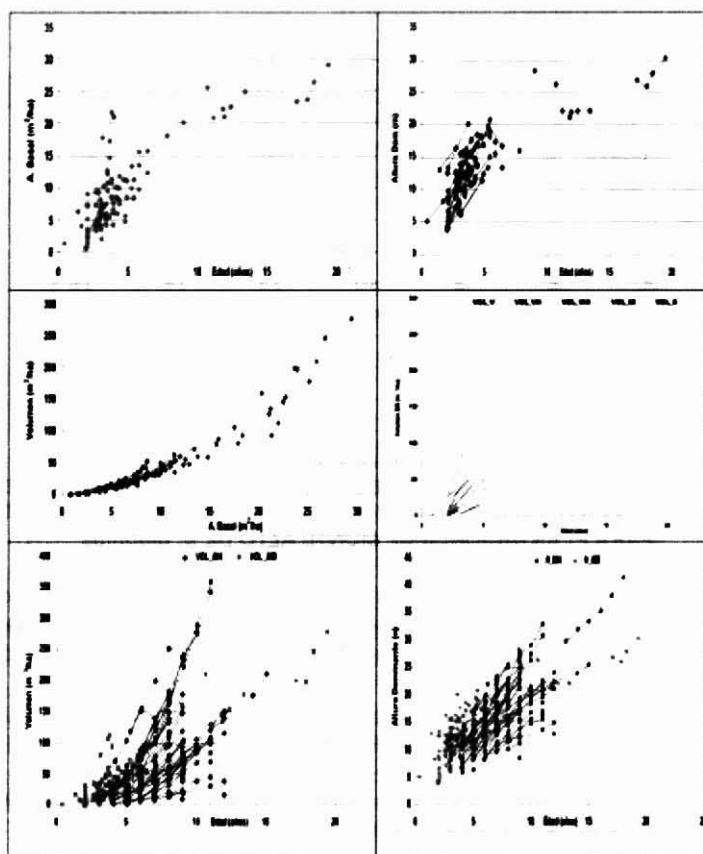


Figura N° 3
VARIABLES DE RODAL EN MONTE BAJO (MB): EDAD Y AREA BASAL; EDAD Y ALTURA
DOMINANTE; AREA BASAL Y VOLUMEN; EDAD Y VOLUMEN.



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.

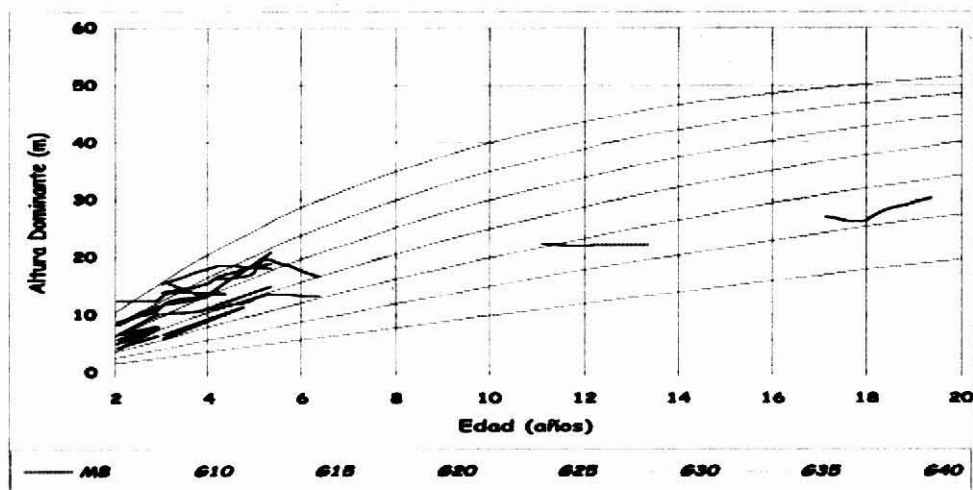


Figura N° 4
SERIES DE MEDICIONES EN ALTURA DOMINANTE OBTENIDAS EN PARCELAS
PERMANENTES DE MONTE BAJO Y SU COMPARACION CON CURVAS DE INDICE DE SITIO
PARA PLANTACIONES DE MONTE ALTO DE *E. globulus*

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 Área Basal
 - A. Modelo de área basal inicial (G_i)
 - 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.

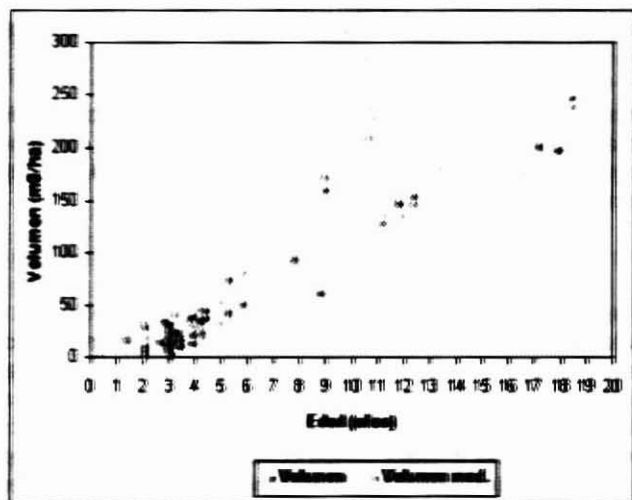


Figura N° 5
ESTIMACIONES PUNTUALES Y SIMULACION PARA RENDIMIENTO EN VOLUMEN
MONTE BAJO (—)

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).

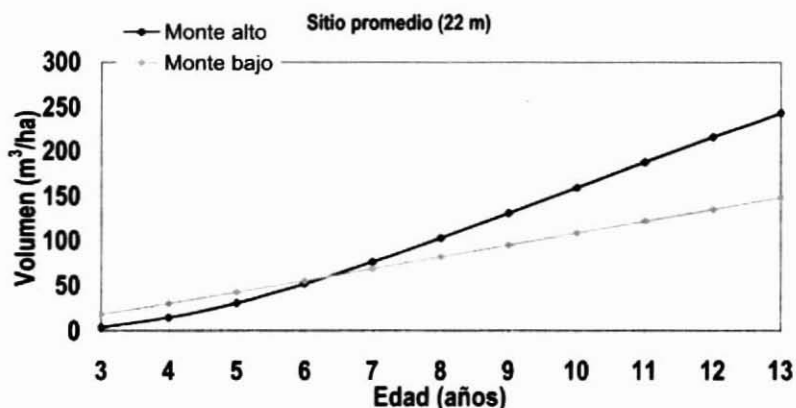


Figura N° 6
COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DEL MONTE ALTO Y MONTE BAJO PARA UN SITIO PROMEDIO

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)⁶.

FLUJO DE CAJA Reforestación *Eucalyptus globulus*

ROTACION ROTAL	12 AÑOS
VAN	\$ 363.909,18 \$/ha
TIR	17%
ANUALIDAD	43.413,16 \$/ha/año

MARGEN NETO EN PESOS (\$)

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
TOTAL INGRESOS				
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN E INSUMOS	92.612	56.110	12.000	12.000
TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN	2.500			
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO				
SUB TOTAL DEPRECIACIÓN				
TOTAL EGRESOS	95.112	56.110	12.000	12.000
Utilidad antes de impuesto	95.112	56.110	12.000	12.000
Impuesto (15%)				
Utilidad después de impuesto	95.112	56.110	12.000	12.000
MARGEN NETO	95.112	56.110	12.000	12.000

[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.

* Proyecto FONDEF D021117 Modelos de Manejo de Monte Bajo. Documento de Trabajo PMB-06. Análisis de Vigencia Económica, Noviembre 2006.

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.; Moraes, E.; Carneiro, C.; Dias, M.; De Moraes, 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.** Fisiologia 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 Silvotecnica Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile. Concepción – Chile.



ANÁLISIS ECONÓMICO 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 m³/ha-año; IS 33) y media (IMA 30 m³/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 m³/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

(2). Mg (E) Economía Agraria, Ingeniero Forestal, Director de Proyectos, INFOR Sede Los Lagos, Valdivia, 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 m³/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 m³/ha / yr; SI 33) and medium (MAI of 30 m³/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 m³/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 m³ / 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 aserrio 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 aserrio 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 compuesta¹, 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*². 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

¹ 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*.

² 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 Weyerhaeuser/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 Forêt 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 m³ al año³, no obstante se proyecta supere los 10 millones de m³ 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 años⁴.

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.

³ De un total de 6 millones de m³, al considerar la oferta proveniente de bosques nativos australianos.

⁴ <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 tablones realizados por CMPC Maderas S.A., involucrando 1.863 m³ y un monto total de US \$ 242 mil FOB (INFOR, 2005a y 2005b). En el manejo de plantaciones, Forestal y Agrícola Monteágüila 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 pulvable 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 pulvable en turnos cortos, pueden orientarse a la producción conjunta de rollizos para chapas, aserrio 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 aserrio 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 pulvable, bajo dos condiciones de productividad de sitio; con y sin considerar el costo de uso del suelo.

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

Determinar precios de equilibrio para la madera pulvable de *E. nitens* con los cuales se logra la indiferencia entre invertir en la opción pulvable y la de alto valor con esta especie, y entre la opción pulvable 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 años⁵. 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 una⁶. Los indicadores Valor Neto Presente (VNP), Ingreso Anual Equivalente (IAE), ambos en dólares⁷ 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_y : Ingreso que ocurre a la edad y,
- C_y : Costo que ocurre a la edad y,
- i : Tasa de interés (real anual, en decimales)

⁵ 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.

⁶ 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.

⁷ Tipo de cambio observado 1 US\$ = \$581, promedio marzo-abril-mayo de 2005 (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 periodos 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

Año	Pulpable*	Alto Valor
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 ≥ 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 mínimo⁸.

⁸ 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 m³/ha-año⁹, 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 pulparable; 30% aserrable nudoso y 30% rollizos podados (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2

RENDIMIENTOS EVALUADOS SEGUN SITIO Y OPCION PRODUCTIVA PARA *E. nitens* (m³/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 pulparable logra un 10% más de volumen comercial que la primera, producto de avances genéticos, tecnológicos y silvícolas.

Para la opción pulparable con *E. globulus*, se asumió un IMA de 20 y 30 m³/ha / año, según productividad de sitio media y alta, respectivamente¹⁰, 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 pulparable 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 m³/ha/año. De acuerdo a Geldres y Schlatter (2004), el potencial de *E. globulus*, de 32,1 m³/ha/

⁹ Incluso en determinados sitios y parcelas se han observado /IMA superiores a los 45 m³/ha/año.

¹⁰ En sitios desfavorables y técnicas poco adecuadas en el establecimiento de *E. globulus*, Geldres y Schlatter (2004) calcularon un IMA de 10 a 12 m³/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			
	Año	(US\$/ha)	Forestación		Reforestación	
			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\$/m³ ssc como valor promedio unitario, el cual considera cosecha y carguío por 7,2 US\$/m³ y 8,5 US\$/m³ 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 análisis¹¹.

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\$/m³ssc¹², 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\$/m³, 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\$/m³ssc puesto planta¹³.

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\$/m³ 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	-	-

¹¹ 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.

¹² Considera un factor de conversión de 1,55 m³ por cada metro ruma

¹³ 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	1.101	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 ³ scc)	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 aserrío 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 m³/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 pulvable 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 pulvable 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 pulvable de *E. nitens* genera 450 m³/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\$/m³). Por ello, la opción pulvable 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 pulvable de *E. nitens* que iguala la rentabilidad de la opción pulvable de *E. nitens* con *E. globulus*, es de 28,56 US\$/m³, lo que determina un precio en pie de 12,86 US\$/m³, 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 pulvable de *E. nitens* de 30,7 US\$/m³ 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 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 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 m³/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\$/m³ssc), 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 pulable de *E. nitens* fuera de \$27.600 por MR (30,7 US\$/m³ssc), el productor forestal lograría la misma rentabilidad que invertir en plantaciones de alto valor con *E. nitens*. Sobre este precio debiera privilegiarse el manejo pulable.

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
- 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. Trawü 2003 Mejorando el Negocio Forestal: "Plantando bien el Pino y el Eucalipto". 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/corporativa/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

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

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

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 ^{1,2}, P.W. Volker ^{2,3}

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.

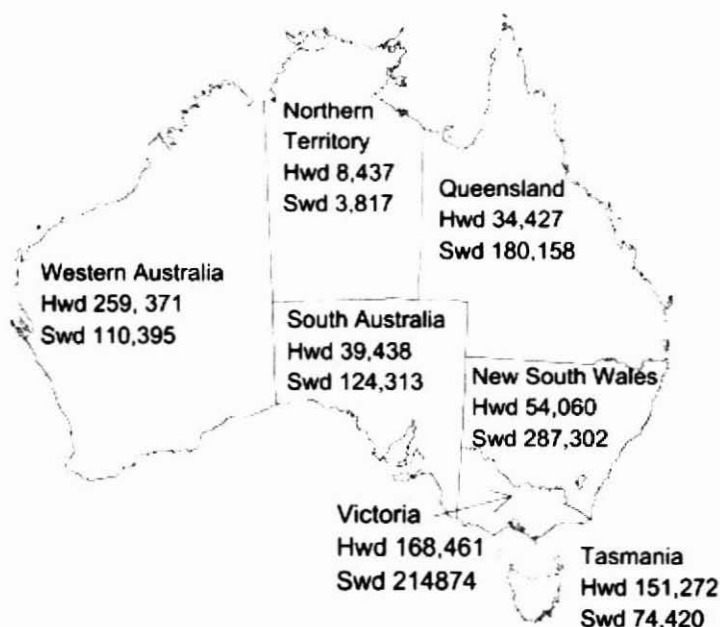
This paper describes some results from silvicultural and wood property research in eucalypt plantations in southern Australia, and current research priorities and activities.

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⁻¹) 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).

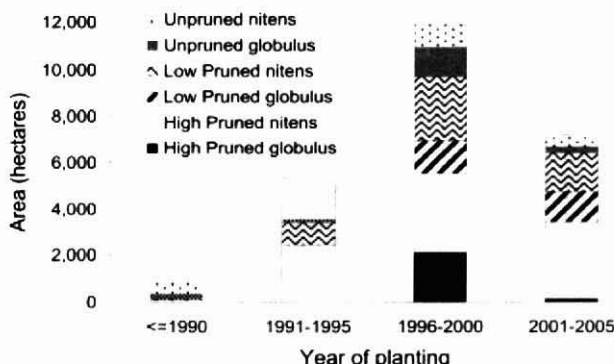


Figure N° 2.
AREA OF EUCALYPT PLANTATION AND SILVICULTURAL MANAGEMENT OWNED BY FORESTRY TASMANIA

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⁻¹ in 800 – 1200+ mm mean

annual rainfall areas, where nutrition is adequate, are typically in the mean annual increment (MAI) range 20 to 30 m³ ha⁻¹ year⁻¹ at age 10 years (Figure N° 3). Growth rates of *E. nitens* on the most productive sites approach 50 m³ ha⁻¹ year⁻¹ 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*.

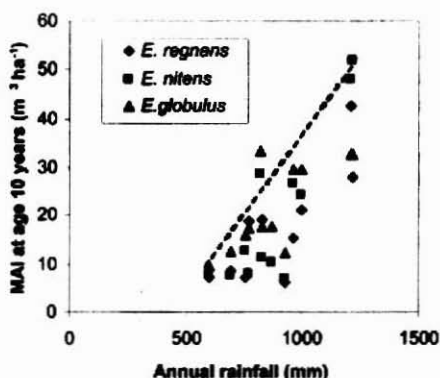


Figure N° 3.

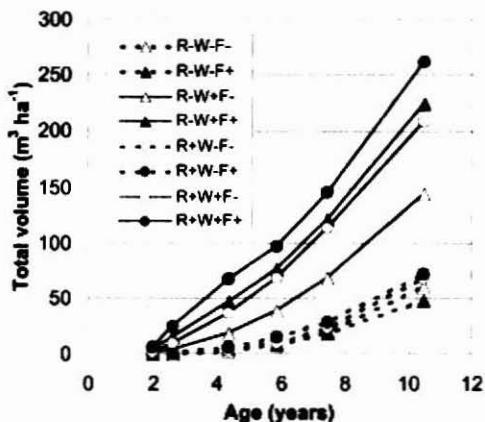
MEAN ANNUAL INCREMENT (MAI) AT AGE 10 YEARS OF UNTHINNED *Eucalyptus globulus*, *E. nitens* And *E. regnans* PLANTATIONS IN RELATION TO RAINFALL AT TWELVE SITES IN EASTERN VICTORIA. DATA FROM DUNCAN ET AL. (2000).

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).

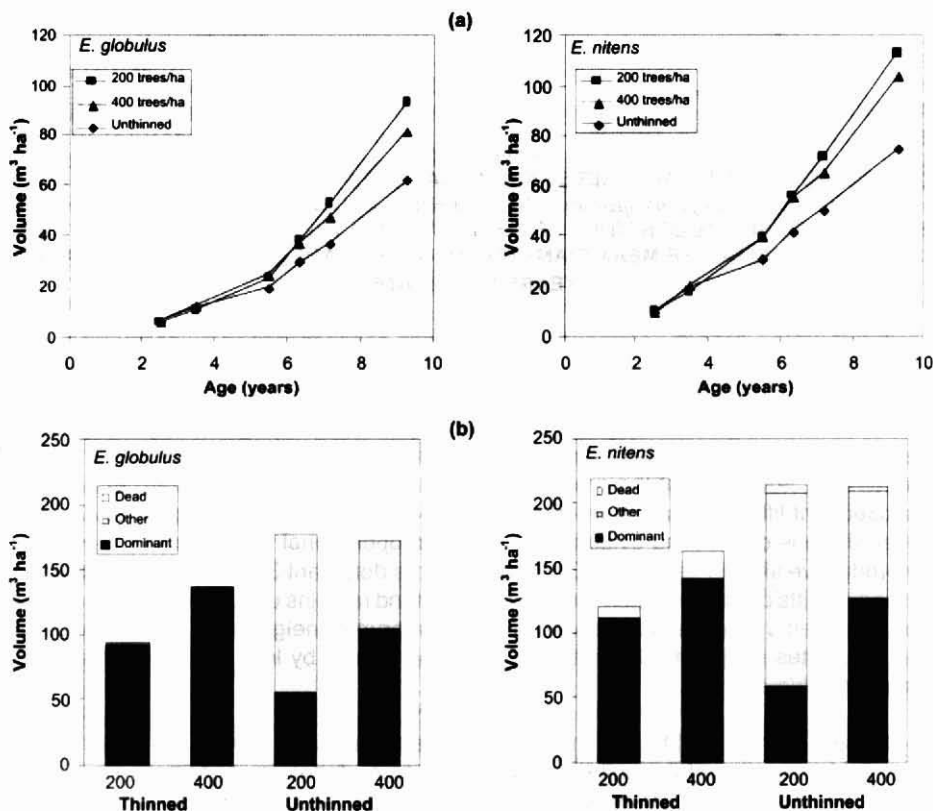
Conceptually, tending silviculture regimes for solid wood products from larger-scale eucalypt plantations in Australia have aimed to maximize the volume production of higher-value defect free clearwood on large diameter sawlogs and peeler-logs. However, financial imperatives to obtain intermediate revenue(s) 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⁻¹). For example, growth responses of the dominant 200 trees ha⁻¹ 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⁻¹) 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⁻¹ 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⁻¹ in the thinned treatments (residual densities 125 to 500 trees ha⁻¹) was the same, and only different from that in the unthinned treatment (Figure N° 5). Whereas, growth of the largest 200 trees ha⁻¹ in *E. globulus* and *E. nitens* in the north-eastern Victoria example differed between residual densities of 200 and 400 trees ha⁻¹ (Figure N° 5a). And more markedly so in *E. nitens* in Tasmania following non-commercial thinning where growth of the largest 200 trees ha⁻¹ was different between treatments with residual densities of 200 and 300 trees ha⁻¹ (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 m³ ha⁻¹, 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⁻¹ to age 9.5 years and (b) Dominant 200 or 400 trees ha⁻¹, 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⁻¹ AT AGE 3 YEARS) IN NORTH-EASTERN VICTORIA



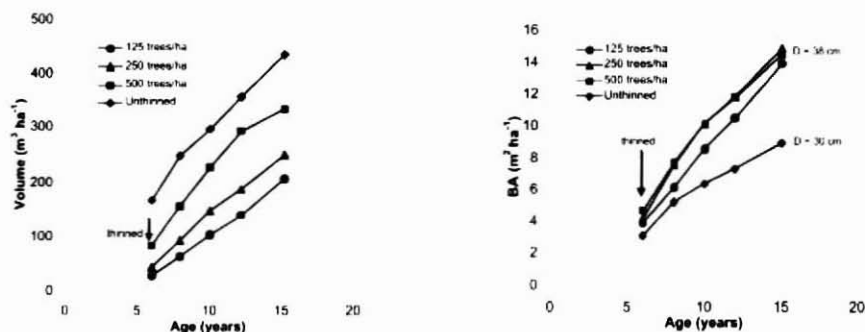


Figure N° 5.

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; Gerrard *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.

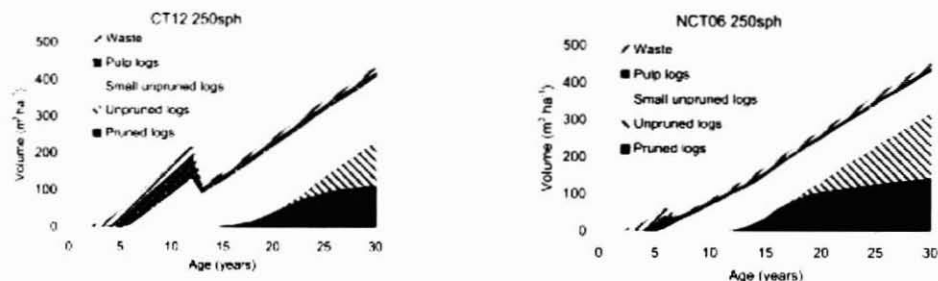


Figure N° 6.

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.

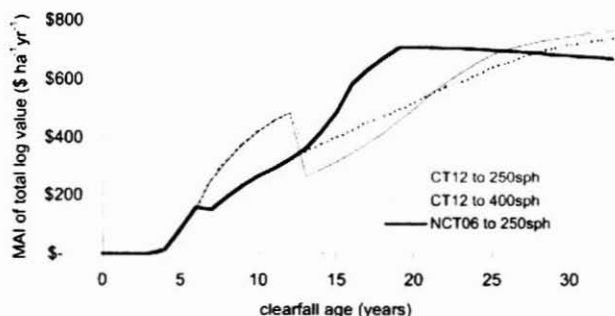


Figure N° 7.

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⁻¹ 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, o 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 Gerrard, 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)

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)

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 Específicos

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.

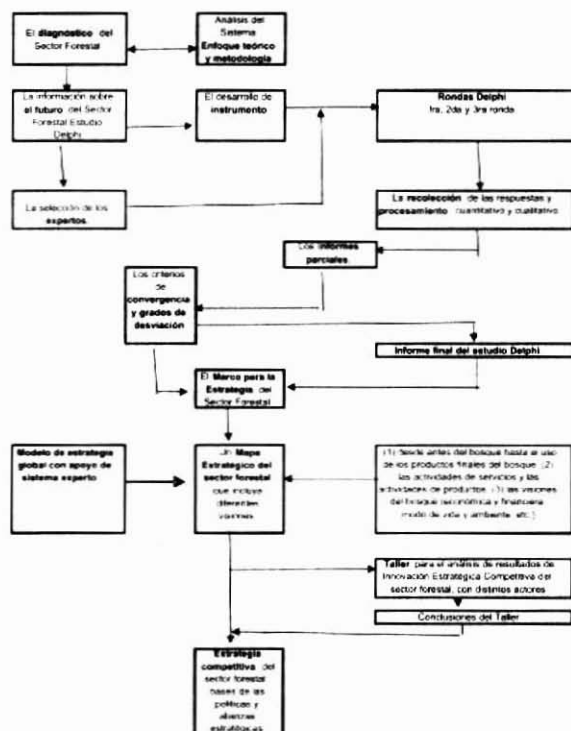


Figura N°1

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	6	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
Valorización ponderada por el sistema experto	56	51	32	87

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.

