

CAPITULO VII

ECONOMÍA Y MERCADO

Jorge Cabrera P.
Juan Carlos Valencia B.

7.1 MERCADO DEL *Eucalyptus*

Una visión sobre los aspectos de oferta y demanda del mercado de los *Eucalyptus* se presenta a continuación, teniendo como foco principal del análisis la utilización de estas especies en la opción de madera de alto valor. La información fuente son publicaciones que abordan el tema, un conjunto amplio de sitios de Internet y antecedentes recogidos directamente durante el año 2003 por investigadores de INFOR en Australia y Brasil.

7.1.1 Oferta de Recursos de *Eucalyptus* en el Mundo

De las aproximadamente 187 millones de ha de plantaciones de todas las especies existentes en el mundo, 18 millones, es decir el 10%, son de *Eucalyptus*. De éstas, más del 50% tiene potencial uso industrial (BRS y WRI). De acuerdo a datos de FAO, en 1995 el inventario era de 10,3 millones, lo que señala un fuerte crecimiento del stock. Respecto a esto se estima que “la superficie de plantaciones utilizables al 2010 podría incrementarse en algo más de 2 millones de ha” (WRI, citado por Raga, 2001).

Es relevante señalar que, como bosque natural, Australia tiene cerca de 127 millones de hectáreas de *Eucalyptus*¹.

Las plantaciones con especies de *Eucalyptus* se encuentran en los cinco continentes, distribuidas en un 43% en Asia; 29% en Sudamérica; 12% en África, 9% en el Mediterráneo, 3% en Oceanía y resto en las demás regiones (FAO, 2002). Los países que poseen las mayores superficies de plantaciones de *Eucalyptus* son: India; Brasil; RP China; Portugal; Sudáfrica; España; Chile; Australia; Uruguay; Argentina y Vietnam (*Eucalyptus as a raw material for plywood and LVL*, 1995).

Gran parte del objetivo de producción de las actuales y nuevas plantaciones de la R.P. China (cerca de un millón de hectáreas) y de la India (4,8 millones de hectáreas) tiene como destino mayoritario el uso energético y de protección, aún así, estos países junto a Brasil (2,8 millones de hectáreas), Portugal (0,7 millones de ha), Sudáfrica (0,6 millones de ha), España (0,55 millones de ha), Australia (0,5 millones de ha) y Uruguay (0,3 millones de ha), son los principales oferentes del mercado mundial de *Eucalyptus*. Chile posee cerca de 400 mil hectáreas y por lo tanto se encuentra en este grupo de los “top ten”.

En el caso específico de plantaciones de *Eucalyptus nitens*, no existe estadística detallada sobre el inventario a nivel mundial. De acuerdo a antecedentes de diversas fuentes, éstas sumarían alrededor de 350.000 ha, concentradas en Australia y Chile.

En Australia existirían 160.000 ha de *E. nitens* de las cuales unas 110.000 están en la isla de Tasmania, principalmente en la zona norte. En Chile existen sobre 140.000 ha.

Otros países que poseen plantaciones de *E. nitens*, son: Sud África que a 1995 tenía 30.000 ha de las cuales 7% eran destinadas a producción de trozas aserrables; Nueva Zelanda y España tienen pequeñas superficies.

¹ Cabe destacar que se trata de una superficie con baja cobertura de copas en su gran mayoría.

La producción mundial de trozas para uso industrial es de casi 1500 millones de m³, de éstas, el 62% son especies coníferas y el resto son las maderas no coníferas.

De esta producción, el 60% (900 millones de m³) son maderas de diámetros mayores que se emplean en la industria del aserrio y chapas, en tanto que el saldo es para pulpa, papel y tableros.

La producción de trozas de latifoliadas para aserrio y chapas, que es el segmento pertinente para el eucalipto de diámetro grueso, es del orden de los 295 millones de m³ (equivalente a un millón de hectáreas). Actualmente los oferentes mayoritarios son países en desarrollo de África, noreste de Asia, Lejano Oriente y América Latina.

Las trayectorias señalan que las coníferas mantienen su nivel de producción en cambio se presentan leves aumentos en las no coníferas, tanto en los totales para uso industrial como en los segmentos para el aserrio y chapas.

Casi la totalidad de las plantaciones de *Eucalyptus* se establecieron con la finalidad de producir madera de fibra corta para la industria de la pulpa y papel.

Los volúmenes de eucaliptos destinados a producción de maderas y chapas representan sólo el 0,6% de la producción de maderas aserradas y alrededor del 2,2% de las maderas aserradas no coníferas.

Individualmente los principales productores de madera aserrada de *Eucalyptus* del mundo son Australia con 1,4 millones de m³²; Brasil con 0,5 millones de m³; Argentina con 0,38 millones de m³; España y Portugal con 0,3 millones de m³.

Este conjunto de países serán en la práctica los mercados competidores y a su vez quienes poseen ya la mayor experiencia comercial mundial.

7.1.2 Oferta de *Eucalyptus* en Chile

En Chile, a diciembre de 2002, existían 2 millones de ha de plantaciones forestales, de las cuales 387.975, 18,7%, corresponden a *Eucalyptus*. De este total aproximadamente 140 mil ha son de la especie *Eucalyptus nitens* (INFOR, 2002).

Las plantaciones de *E. nitens* se distribuyen geográficamente entre la V y X Regiones, pero su participación está concentrada en la VIII, IX y X con aproximadamente un tercio de la superficie cada una.

La base de datos de inventarios que registra el INFOR no está actualizada con detalle por especie de eucalipto y no incorpora todas las pequeñas superficies ni los árboles agregados en cortinas forestales, por lo que las estimaciones informadas están subestimadas, al menos, en 10%.

Con relación a la propiedad de las plantaciones de *E. nitens*, las estimaciones señalan que el 75% pertenece a las grandes empresas; 11% es de empresas ligadas a exportadores y 14% está en manos de otros, principalmente pequeños y medianos forestadores.

La tasa anual promedio de plantación con *Eucalyptus* en los últimos 11 años (1990, 2000) ha sido de 28.000 ha en total y de 7.804 para la especie *E. nitens*. En el último trienio, 2000-2003, la plantación anual alcanzó a 37,3 mil hectáreas con casi un tercio de *E. nitens*, lo cual indica que la tasa de plantación con *Eucalyptus* es creciente y también lo es para esta especie (INFOR, 2003).

² La gran mayoría proveniente de bosques naturales.

De acuerdo a los estudios de disponibilidad futura de madera proveniente de plantaciones que realiza periódicamente el Instituto Forestal, las cifras de disponibilidades de madera de *Eucalyptus* y en especial de *E. nitens*, son valores de magnitud y de trascendencia. Una síntesis de los resultados más pertinentes se presenta a continuación:

Supuestos y antecedentes básicos de Proyección:

Objetivo de producción	: Trozas pulpables.
Edad de Corta	: 8 a 12 años.
Rendimiento Variable	: Según sitio y empresa (entre 20 y 30 (m ³ /ha/año).
Fuente Información	: Empresas, CONAF e INFOR.
Restricción del Modelo	: Igualar la disponibilidad del año 1 con la demanda real.
Tasa de Forestación futura	: 176.000 ha entre el año 2001 y 2005 (escenario conservador).
Base Inventario	: Diciembre 1999.

De acuerdo a esta proyección, la disponibilidad de madera pulpable de eucalipto experimenta un aumento sostenido a lo largo del período, del orden de un 6,9% anual, aunque en la segunda mitad del período el crecimiento es un tanto más acelerado que en la primera mitad (Figura 20).

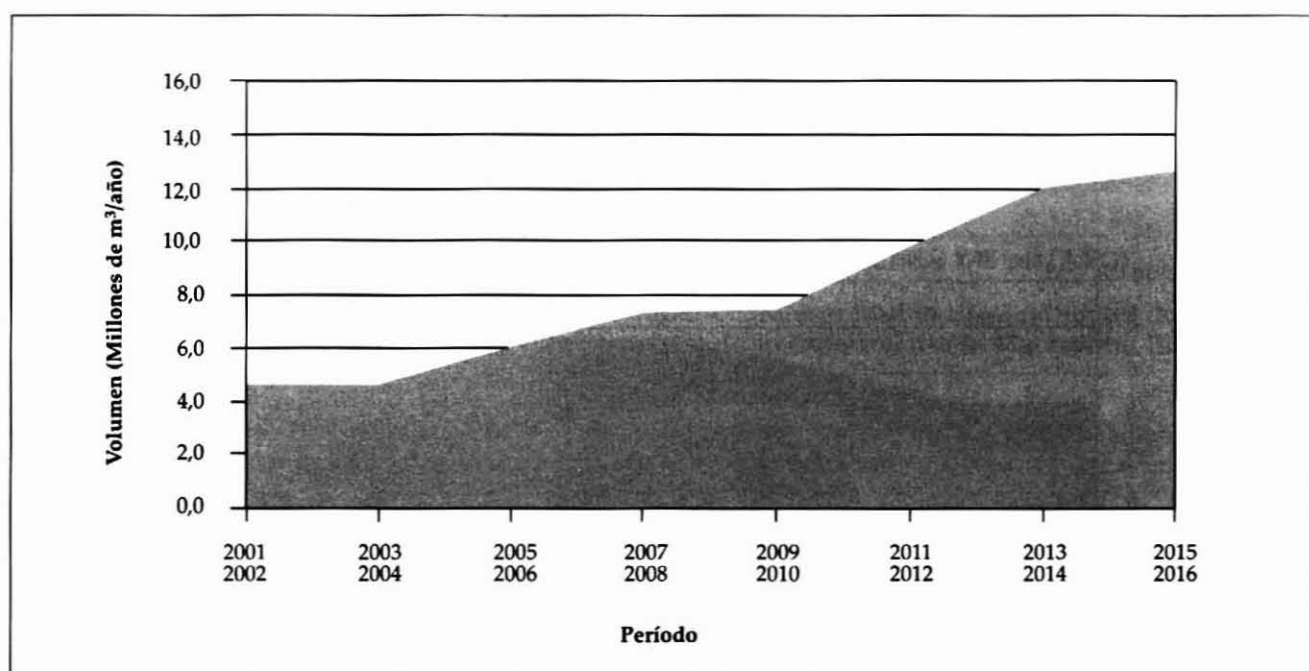


FIGURA 20
DISPONIBILIDAD TOTAL DE *Eucalyptus* (MILLONES DE m³/AÑO)

Según lo indica la Tabla 47, la disponibilidad al final del período de proyección (12,6 millones de m³) es casi tres veces superior a la inicial (4,6 millones de m³). En el caso de *E. nitens*, la disponibilidad pasa de 1,8 a 4,4 millones.

TABLA 47
DISPONIBILIDAD DE EUCALIPTO TOTAL Y POR ESPECIE

PERÍODO	<i>E. globulus</i> (miles m ³ /año)	<i>E. nitens</i> (miles m ³ /año)	TOTAL (miles m ³ /año)
2001-2002	2.827	1.823	4.650
2003-2004	2.450	2.201	4.650
2005-2006	4.549	1.576	6.125
2007-2008	4.648	2.703	7.350
2009-2010	3.812	3.708	7.520
2011-2012	7.600	2.233	9.833
2013-2014	7.873	4.147	12.020
2015-2016	8.219	4.426	12.645

La participación del *E. nitens* en el total del periodo es de 37% respecto del volumen total, lo que representa una cantidad muy significativa.

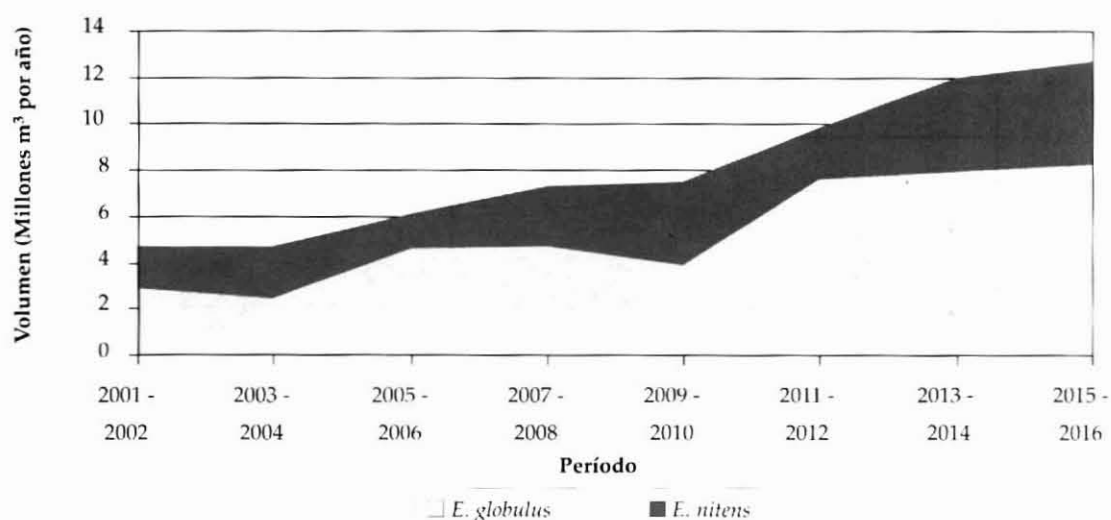


FIGURA 21
DISPONIBILIDAD TOTAL DE MADERA POR ESPECIE

Respecto a la localización de la disponibilidad total de *Eucalyptus*, el mayor aporte corresponde a la Macrozona II (70% promedio), que es la que agrupa el mayor número de regiones (VII, VIII y IX) y donde mayoritariamente se concentran las plantaciones de eucalipto (Figura 22).

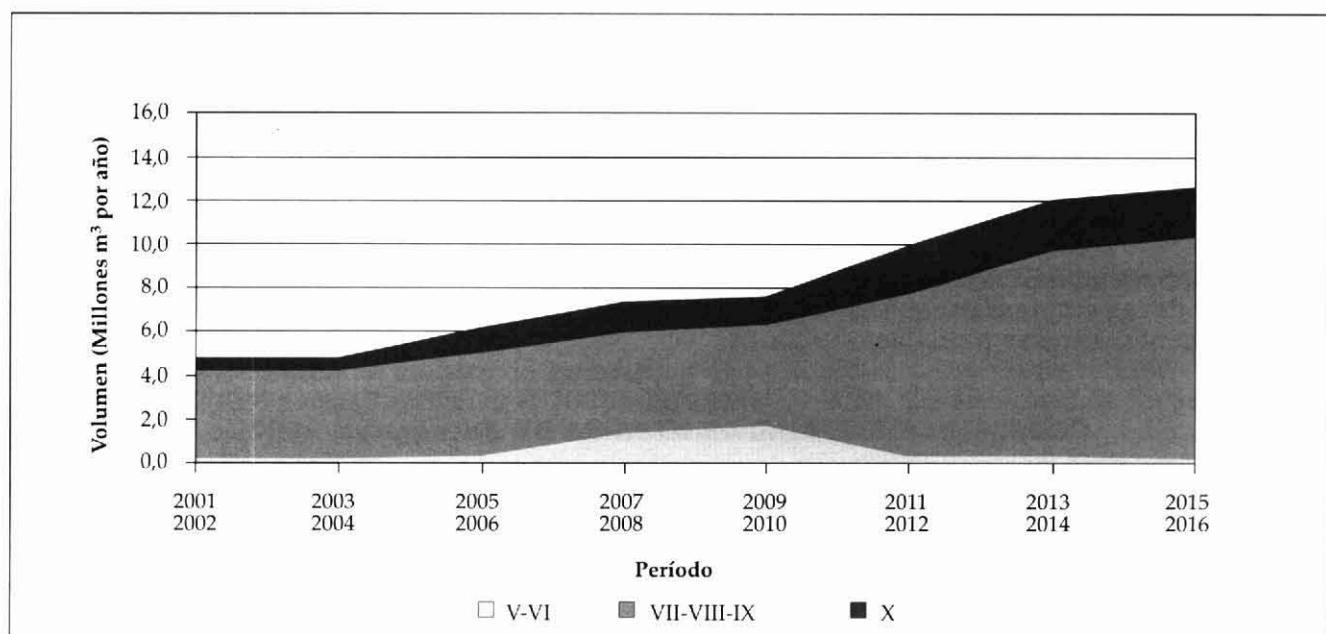


FIGURA 22
DISPONIBILIDAD TOTAL POR REGIONES (MILLONES DE m³/AÑO)

Pese a que comparativamente la Macrozona II supera con amplitud la disponibilidad de las demás macrozonas, en términos relativos el mayor crecimiento lo experimenta la Macrozona III (Región de Los Lagos) (17% anual).

En las Regiones V y VI el recurso está representado casi exclusivamente por la especie *E. globulus*, este hecho se explica por las condiciones climáticas que prevalecen en estas regiones, con ausencia de heladas extremas.

En la Macrozona II, la disponibilidad de *E. globulus* crece a una tasa del 12,4% anual, el crecimiento es moderado durante la primera mitad del período (1,5%) y se activa a partir del quinto bienio y hasta el final del período (24,3%). *E. nitens* en cambio, experimenta un crecimiento sostenido aunque a una tasa bastante menor (7%).

En la Macrozona III (X Región) la importancia de *E. nitens* es creciente, donde las condiciones climáticas han exigido la incorporación de especies de mayor resistencia al frío. La disponibilidad de *E. nitens* al final del período será casi 10 veces superior a la actual, presentando un crecimiento sostenido del orden del 25%.

La disponibilidad total se concentra mayoritariamente en el patrimonio de las Grandes Empresas (GE), 58%. Los Exportadores (grupo que reúne a empresas principalmente de las centrales de astillado) concentran alrededor del 24% de la disponibilidad, mientras que los Terceros o “resto” tienen una participación promedio del 18% a lo largo del período de proyección.

Las GE concentran su patrimonio principalmente en la especie *E. globulus*, sin embargo el comportamiento de la disponibilidad revela un cambio en la participación de las especies a partir del tercer bienio y hasta el quinto bienio, donde la disponibilidad de *E. nitens* prácticamente duplica a la de *E. globulus*. No obstante no se observa un aumento importante a partir de la segunda mitad del período de proyección, lo que indicaría una supremacía de la especie *E. globulus* en los últimos tres bienios.

E. globulus presenta la mayor participación dentro de la disponibilidad total correspondiente a Exportadores, con un crecimiento del orden del 11,2% a lo largo del período de proyección. La especie *E. nitens* presenta un mayor aumento relativo, con una tasa de crecimiento del 20,4%, en este caso el aumento de la disponibilidad se proyecta considerando que actualmente no existen plantaciones de esta especie perteneciente a Exportadores, pero se prevé su incorporación por parte de exportadores ubicados principalmente en la Décima Región.

La disponibilidad de Terceros se basa principalmente en la especie *E. globulus*, pero con un crecimiento ondulante a una tasa anual menor del 9,8%. *E. nitens* presenta un comportamiento similar con un crecimiento anual promedio de 8,3%.

7.1.3 Abastecimiento Industrial con *Eucalyptus*

La demanda actual de *Eucalyptus* corresponde a los requerimientos de madera de la industria nacional y de las empresas exportadoras de trozas y/o astillas. La demanda corresponde, casi exclusivamente, a trozas pulpables (Tabla 48).

TABLA 48
CONSUMO INDUSTRIAL DE MADERA DE *Eucalyptus*, 2002

RUBRO - EMPRESA	Consumo Madera en Trozas (Miles de m ³)
Celulosa Celulosa Arauco S.A. (Planta Arauco) CMPC Celulosa S.A. (Planta Santa Fe)	1.835,9
Industria de Astillas Consortio Maderero S.A. Comaco Ltda. Astillas Exportaciones Ltda. Cía Astilladora Concepción Forestal y Agrícola Monteáguila S.A. Forestal Río Calle Calle S.A. Forestal Tornagaleones Ltda. Forestal Mininco S.A. Forestal San José S.A. Forestal del Sur Ltda. Aragón Export Ltda. Volterra S.A. Inversiones Quilmahue S.A. Maderas Anchile Ltda.	2175,7
Exportación de Trozas Forestal del Sur Ltda. Consortio Maderero S.A. Otros	233,5
TOTALES	4.245,1

Fuente: INFOR, 2003

De acuerdo a estas cifras los requerimientos actuales de madera de *Eucalyptus* son del orden de 4,2 millones de metros cúbicos. Puede observarse que el requerimiento duro es el de la celulosa, que alcanza a 1,8 millones de m³, ya que los volúmenes producidos para exportar bien pudieran ser adquiridos por la industria nacional, asunto que se decide en el mercado.

La exportación de astillas de *Eucalyptus* alcanzó a 2,39 millones de toneladas verdes el 2001, se mantuvo en 2,35 millones en el año 2002 y 2,37 millones el año 2003. *E. nitens* participó con el 18 y el 15% en los dos últimos años.

De acuerdo a antecedentes de INFOR, el consumo actual de *E. nitens* se estima en 1,6 millones de m³.

Entre los proyectos industriales nuevos se cuenta la Planta Valdivia de Celulosa Arauco que consumirá, a partir del 2004, un millón de m³ de madera de *Eucalyptus*, del cual unos 700 mil corresponden a *E. nitens*; La Planta Itata de Arauco consumirá unos 550 mil m³ de *Eucalyptus* y la nueva línea de CMPC Celulosa Planta Santa Fe unos 3 millones de m³³ también de *Eucalyptus* (Lignum, 2003).

En las plantas ubicadas en la VIII Región: la Línea II de Arauco, Planta Santa Fe de CMPC en Nacimiento, también se esperan aumentos de consumo en el corto plazo.

Por lo tanto, la demanda de madera de *Eucalyptus* de parte de la industria de celulosa pasará de 1,8 millones (2003) a casi 7 millones el 2007-8. De acuerdo a las proyecciones de disponibilidad, se puede asegurar que este requerimiento está satisfecho e incluso se registran excedentes.

7.1.4 Características Generales del Mercado del Eucalipto

La reputación mundial de los eucaliptos es que son muy buenos como materia prima para producir celulosa y para combustible y no así para maderas y chapas.

A pesar de que los eucaliptos son usados, aun cuando en bajos volúmenes, en el mercado de maderas gruesas, a escala global hay testimonios de un amplio número de especies que se pueden aserrar, secar, remanufacturar y comercializar y, de hecho, existe un buen número de empresas que efectivamente lo hacen⁴.

Los volúmenes de eucaliptos destinados a estos productos representan, a nivel global, sólo el 0,6% de la producción de maderas aserradas y alrededor del 2,2% de las maderas aserradas no coníferas.

A continuación se describen las principales características económicas del mercado del *Eucalyptus* focalizado en la opción de utilización de alto valor. Estos aspectos se presentan en forma globalizada, permitiendo conocer cómo son las tendencias productivas y cómo éstas se van ajustando de acuerdo a las condiciones de demanda y precios.

7.1.4.1 Precios

Casi la totalidad de las plantaciones de eucalipto se establecieron con la finalidad de producir madera de fibra corta para la industria de la pulpa y papel, para sustituir la menor oferta de maderas nativas. Una parte importante se estableció con fines energéticos. No obstante, el incremento de la tasa de forestación en diversos países como Australia, China, India, Argentina, Brasil, Chile, Uruguay y otros ha ido generando una condición de alta competencia, lo que se ha reflejado en una tendencia decreciente en los precios que han caído desde 90 a US\$ 75 la tonelada seca en los mercados mundiales (Wood Resources International, 1999).

En el caso de Chile, la trayectoria del precio de la madera pulpable también ha sido decreciente en los últimos cinco años, ya que ha caído en 41% (INFOR, 2003).

Las trozas podadas y de calidad de *Eucalyptus* que permiten generar madera aserrada y chapas óptimas, alcanzan el rango de los más altos precios del mercado en el segmento de apariencia. Las magnitudes encontradas tienen una enorme dispersión, lo que tiene directa dependencia de los defectos, presencia de nudos, rajaduras y obviamente a sus dimensiones, donde a mayor diámetro y largo los precios son mayores.

³ Volumen de consumo de madera estimada a fines de 2006, para la producción de 780.000 Adt (Tonelada Seca al Aire) de celulosa.

⁴ Aracruz; Mondi; Boise Cascade; ENCE; SCANCOM; Fletcher Challenge; Weyerhaeuser (WRI).

7.1.4.2 Referencias de Precios

Las referencias de precio de *E. nitens* en el mercado interno se refieren solamente a madera pulpable entre los años 2002 y 2003, cuando se presentan algunas expresiones específicas, tanto en la compra por parte de la industria de celulosa como de las plantas de astillas.

El precio de compra puesto en las plantas de astillas y en las plantas de celulosa tanto en la Octava como en la Décima Región, fluctuó entre los 17.000 y \$ 20.000 el metro ruma con corteza (Fuente, Operadores Forestales).

La estadística de exportación del INFOR, 2003, indica varios embarques de astillas de *E. nitens*, cuyos precios se presentan en la Tabla 49.

TABLA 49
EXPORTACIÓN CHILENA DE ASTILLAS DE *E. nitens*

AÑO	VOLUMEN Toneladas verde	PRECIO FOB US\$/tv
2000	24.439	36,2
2001	532.446	44,0
2002	421.610	41,6
2003	388.294	38,7

Fuente INFOR, 2003

De acuerdo a la información entregada por la Tabla 49, en el período 2001 - 2003 se produce una caída en el precio de la madera de *E. nitens* que alcanza a un 12%. Esta caída se produjo también en las astillas de *E. globulus* aunque la baja de éste fue mayor, con 14%.

7.1.4.3 Precios en Países Productores de *Eucalyptus* (por m³)

A partir de fuentes secundarias y primarias, se ha recopilado información de precios de madera de *Eucalyptus* en diferentes países y para diferentes productos, lo cual permite caracterizar el mercado e inferir órdenes de magnitud de lo que podría ser el precio de la madera de *E. nitens*.

Trozas Aserrables

Brasil, Empresa KLABIN, 2003

Esta Empresa, ubicada en el Estado de Paraná, produce trozas aserrables y para chapas, de diferentes tipos. Sus precios medios son:

Precio Trozas, orilla camino sobre camión, radio 20 km, *E. grandis*, 20 años.

Clase 1 de 25-30 cm	(US\$/m ³) 21
Clase 2 de 30-40 cm	(US\$/m ³) 35
Clase 3 mayor a 40 cm	(US\$/m ³) 54
Podado	+75%
Troza base	+30%

Brasil, Empresa ARACRUZ, 2003

Trozas con corteza, diámetro 40 cm, puesto aserradero US\$ 78/m³ (R\$220).

Argentina (1998, SAGPA)

Troza <i>E. grandis</i>	En pié para aserrio, diámetro > 12 - 18 cm	US\$ 12 a 16 t
	Puesto predio para Chapas diámetro > 26-31 cm	US\$ 26 a 32 t

Australia, J. L. Gould Sawmill Pty Ltd.

Trozas, madera en pié, *E. regnans*, *E. obliqua* y *E. delegatensis*, bosque adulto.

Diámetro mínimo (cm) mayor a	Precio (US\$/m ³)
55	72
35	50
30	25
25	18
20	10
10 (pulpable)	7-9

Australia, Gunns Plantation

Trozas para chapas	Precio (US\$/m ³)
	72

Maderas aserradas

Brasil, Empresa ARACRUZ, 2000

Madera Aserrada Lyptus 2,5 cm por 11,5 cm y largos 1,83 a 4,88 m (seca y cepillada)

Clase 1 sin defectos	US\$ 700 m ³
Clase 2 nudos permitidos en una cara	US\$ 600 m ³
Clase 3 nudos permitidos en una cara y un nudo en la otra	US\$ 450 m ³
Clase 4,66% cara sin nudos	US\$ 340 m ³

Australia, Gunns Timber Limited

Precios de lista en Tienda de venta al público

Producto (mm)	US\$/m ³
Maderas aserrada verde 250x25	628
Maderas aserrada verde select 50x250	1921
Maderas aserrada seca select 235x19	2734
Madera Aserrada verde 250x50	641
Madera Aserrada verde select 250x50	2835
Madera Aserrada seca select 235x42	3528
Madera Aserrada seca menores	
25x25	3717
90x12	2666
Molduras delgadas	
20x5	15709
40x5	10473
Molduras normales	2400
42x13	2936
85x13	2458
Pisos 60x19	
Select	2354
Estándar	1893

Fuente: Gunns, 2003

7.1.5 Productos y Procesos

La utilización de alto valor requiere como producto primario de trozas podadas y de calidad. Al respecto, un mínimo de plantaciones de eucaliptos han sido sometidas a manejo, por lo que la producción de maderas aserradas y chapas no puede actualmente presentar buenos coeficientes de rendimiento y calidad. Otro factor limitante en estos estándares es que estas plantaciones son jóvenes y no se tiene plena claridad en cuanto a la edad en que se logra la mejor calidad. Se estima que sobre 18 años (Brasil, Australia y Chile) los árboles presentan propiedades adecuadas para los segmentos de alto valor.

De las más de 650 especies de eucaliptos, 20 están posicionados comercialmente en el segmento de la madera aserrada, chapas y remanufacturas. Este amplio rango de especies, con sus respectivas propiedades, permite un gran número de aplicaciones y usos, especialmente en el mercado de apariencia, donde las coníferas tienen menos posibilidades. En general estas maderas son claras, por lo que pueden adaptarse fácilmente al color de moda, en forma natural o tiñéndolas.

Las especies participantes en este mercado están dominadas por *Eucalyptus grandis* (Sudáfrica; Brasil, Argentina y Uruguay) seguido por *E. globulus* ssp. *globulus* (España; Portugal y Chile).

La experiencia australiana con *E. nitens* indica que se está optimizando el proceso de transformación mecánica ya que, al igual que otros *Eucalyptus* spp., éste presenta problemas en el secado y remanufacturación. En Nueva Zelanda y Chile existen pruebas satisfactorias en la producción de madera aserrada y chapas.

Un proyecto de investigación en Chile sobre Aserrio, Secado y Trabajabilidad de la Madera de *E. nitens* (FDI-CORFO e INFOR, 2002-2004) ha definido estándares que permiten afirmar que los procesos industriales son perfectamente factibles en términos competitivos y que la madera posee características adecuadas para acceder a segmentos de buenos precios (INFOR, 2004).

El ensayo de aserrio de este Proyecto, con madera de *E. nitens* de 21 años, dio un rendimiento aserrable del 57,4% y las primeras clasificaciones de apariencia, utilizando el sistema de aprovechamiento según calidad denominado MAXAT⁵, entregan un 44% del aprovechamiento total con 34% clear. El programa de secado indica que 8 a 9 días en cámara son suficientes para alcanzar 10% de contenido de humedad, previo secado al aire. Por su parte el ensayo de debobinado rindió un buen porcentaje de la mejor calidad "full cara", aunque falta optimizar el proceso de secado de las láminas para fabricar los contrachapados.

Una experiencia notable de posicionamiento de un producto en el mercado mundial es la del "Lyptus", madera de un híbrido de dos especies de *Eucalyptus*, originada por la Empresa ARACRUZ de Brasil. La estrategia comercial es que la marca Lyptus representa por un lado un concepto físico en el sentido que esta madera es de alta calidad, y por otro lado, un concepto medioambiental en el sentido que esta madera efectivamente se genera de bosques sustentables, que puede sustituir las maderas duras del bosque natural y que por tal motivo es ecológicamente perfecta. El producto Lyptus es madera aserrada seca al horno, cepillada, que corresponde a las más altas calidades de la norma de clasificación norteamericana. Esta calidad permite su utilización en los productos de más alto valor del mercado.

El *E. nitens* no aparece en la estadística de producción pero sus propiedades físico mecánicas permiten señalar que siendo una madera menos densa que *E. globulus* y *E. grandis*, posee propiedades cercanas y parecidas, por lo menos, al *E. grandis*, lo cual indica un gran potencial de usos y aplicaciones en alto valor.

⁵ Sistema de Máximo Aprovechamiento Teórico de Madera Clear.

De acuerdo a las condiciones descritas precedentemente los productos relevantes para la cadena de alto valor son:

Materia prima	Trozas podadas, diámetro mayor a 40 cm
Productos Primarios	Madera aserrada cepillada seca y chapas
Productos Secundarios	Partes y piezas para muebles y contrachapados. Opcionalmente Vigas y tableros enlistonados.
Productos de uso final	Molduras, Pisos y parquets y muebles

7.1.6 Demanda

De acuerdo a la estructura actual de mercado es posible identificar agregadamente cuatro segmentos para el total de las maderas en trozas, a saber:

- Troza pulpable
- Troza aserrable de baja calidad
- Troza aserrable calidad intermedia
- Troza aserrable de alta calidad

El segmento de las trozas para pulpa tiene un mercado caracterizado por edades de cosecha muy cortas, con altos volúmenes por hectárea, bajo costo de cosecha, típicamente materia prima y productos tipo commodities exportables que se emplean en celulosa y tableros. Existe fuerte competencia internacional, oferta creciente y precios bajos.

El segmento de Trozas aserrables de baja calidad, corresponde a madera que se emplea en usos menores como pallets, embalajes y encofrados, donde las coníferas siempre han dominado el mercado con precios muy bajos.

El segmento de Trozas aserrables de calidad intermedia corresponde a madera que es utilizada principalmente en productos para uso estructural, donde se presenta una gran participación de los pinos con precios de nivel intermedio.

Finalmente el segmento de Trozas de alta calidad, donde dominan las maderas tropicales, corresponde a madera que es empleada en productos donde la apariencia juega el rol principal, tales como muebles, pisos, chapas y maderas decorativas. Este es el segmento de los mayores precios del mercado mundial de las maderas.

A partir de esta realidad de mercado puede inferirse que *Eucalyptus*, dada sus propiedades y características que le permiten lograr las mejores calidades de madera, debería, como objetivo prioritario, orientarse a la producción de alto valor y complementariamente a la producción pulpable, lo que, como se ha dicho, exige manejar el bosque para producir trozas podadas, de alta calidad.

7.1.6.1 Oportunidad para Sustituir Maderas Duras Tropicales

La declinación de la oferta y la reticencia de los consumidores a utilizar maderas duras tropicales, brinda una gran oportunidad al eucalipto, ya que tiene calidad competitiva con buena parte de éstas.

Los principales productores de estas maderas son mayoritariamente países de Asia, Oceanía y Centro América.

De acuerdo a estimaciones de FAO, la corta anual de estas maderas tropicales es de 49,6 millones de metros cúbicos y su estimación potencial de corta bajo régimen de sustentabilidad será de 9,3 millones, dejando un importante espacio que podría, en parte, ser ocupado por madera de eucaliptos.

De todas maneras la corta total de maderas latifoliadas para aserrijo y chapas bordea los 300 millones de m³, por lo que es éste el tamaño del mercado en el cual deberían competir las maderas gruesas de eucaliptos.

La posibilidad de que la madera de eucaliptos pueda reemplazar a las maderas tropicales es muy bienvenida en amplios círculos ambientales que propician la protección y preservación del bosque tropical.

Es importante resaltar que las maderas tropicales en general son de alto valor, ya que se emplean fundamentalmente en productos especiales donde predomina lo estético, ya sea en muebles finos, pisos y parquets y molduras o tableros decorativos enchapados.

7.1.6.2 El mercado de los pisos de maderas duras

En los recientes años, uno de los mercados en el mundo (y también en Chile) de mayor crecimiento en el consumo es el de los pisos y parquets de madera. Dada la dureza de la madera de eucalipto, que cubre el rango de mediana a alta, se presta con grandes ventajas para este uso en las diferentes aplicaciones (alto tráfico en edificios públicos y comerciales, alta resistencia en fabricas por ejemplo; uso doméstico, etc).

El *E. grandis* se califica para densidad de tráfico moderado, siempre que la madera no provenga de árboles muy jóvenes. El *E. nitens* puede perfectamente calificar siempre y cuando tenga una edad superior a 18 años.

7.1.7 Plazas de mercado

En este punto solamente se entrega una visión general de EE.UU. y Europa, como destinos relevantes para maderas de alto valor, consignando que como regiones desarrolladas presentan las mejores condiciones. La base de información general son dos estudios que el Instituto Forestal contrató a empresas de Norteamérica e Italia con motivo de proyectos de mercados forestales (INFOR, 2003).

El enfoque de estos estudios se orienta hacia la demanda, ya que como se mencionó anteriormente, desde el punto de vista de la oferta los competidores en el mercado del *Eucalyptus* serán quienes poseen los mayores recursos exportables, como Australia, Brasil, Argentina, Uruguay; Sudáfrica y otros.

7.1.7.1 Ambas Regiones

La madera de Chile en general, entra libre de aranceles de aduana a EE.UU. y a Europa. No se han comprobado aranceles particulares o barreras para la venta de madera de Chile a Europa. El único arancel existente en Europa es del 2,5% para la madera cepillada y lijada.

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

La calidad de madera aserrada más demandada es la FAS, según norma NHLA⁶ de los EE.UU. También se acepta 1 y 2 Común, "Select and Better" y "Shop". Lo más usual es una mezcla de FAS, 1 y 2 Común en proporciones variables según el precio.

Ocasionalmente en Europa es aplicable la norma EN 942 para la madera aserrada para muebles y carpintería. Este estándar contiene algunas normas muy generales.

El producto primario más deseado es la madera aserrada seca en hornos con un contenido de humedad entre 8 y 10%, nunca más de 12%, ligeramente cepillada, con espesores de 4/4, 5/4, 6/4 y 8/4", anchos variables (random lengths) de 4, 6, 8 y 10", y largos también variables de 6 a 16'. También se busca el "blank" apto para la fabricación de molduras.

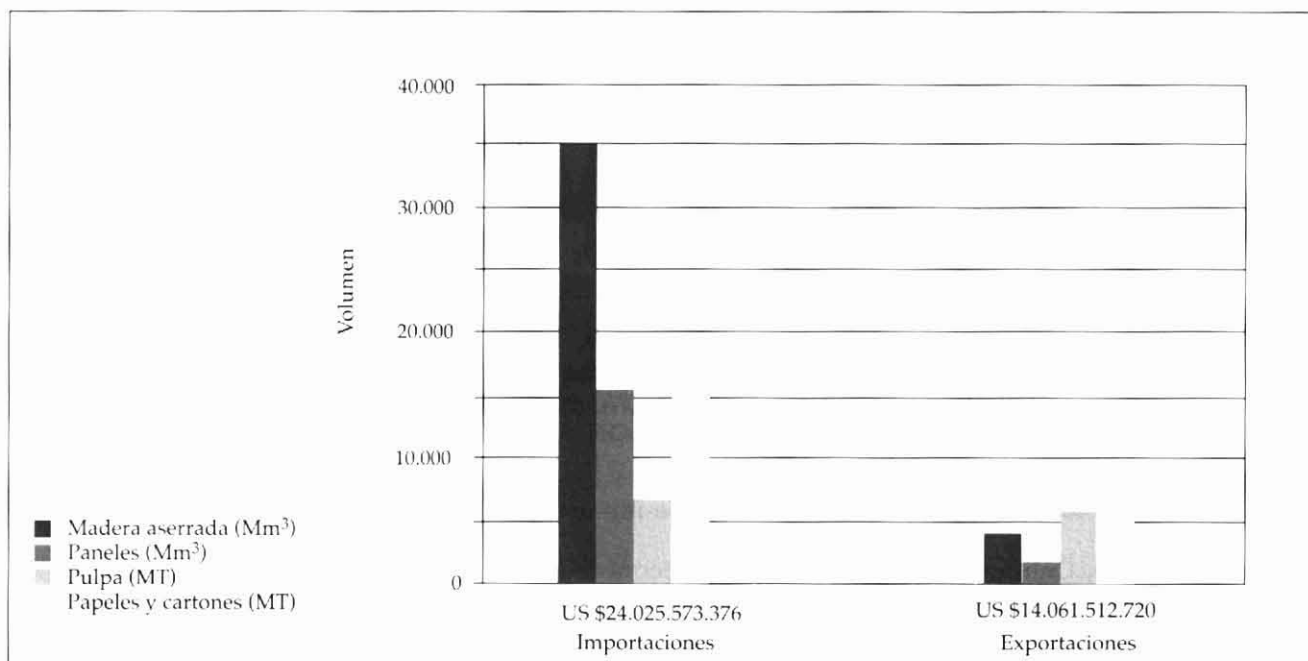
⁶ NHLA: National Hardwood Lumbermen Association, que es la pertinente en estos mercados.

Como madera aserrada su principal mercado sería para la fabricación de gabinetes, muebles y molduras finas, lo que le permitiría obtener los mejores precios. La madera terciada o tablero contrachapado, sólo necesita tener una cara de buena calidad para competir.

La madera de eucalipto tendría su mayor competencia en la madera de roble americano.

7.1.7.2 El Mercado de la Madera en EE.UU.

Estados Unidos es el mayor productor y consumidor de productos de madera en el mundo. El país aporta alrededor del 30% de la producción global de madera en rollo industrial, y su participación en el consumo de madera aserrada, tableros de madera, celulosa y papel es de similar magnitud. Estados Unidos es también el mayor importador y el segundo mayor exportador de productos forestales. En términos de la industria forestal es, sin duda, el jugador más importante y representa el mayor mercado potencial para la madera en el mundo (Figura 23).



Donde: M = Miles
T = Toneladas

Fuente: FAO

FIGURA 23
COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS FORESTALES EN EE.UU.

Las importaciones de madera aserrada son de 35 millones de m³, las de chapas 400 mil m³ y contrachapados 2,7 millones de m³. Los dos primeros grupos presentan trayectorias decrecientes entre 1997 y 2001, no así los terciados que aumentaron. El valor de las importaciones totales es de US\$24 mil millones por año.

Las importaciones de madera aserrada de especies no coníferas (mayoritariamente latifoliadas o duras), alcanzaron un valor de US\$462 millones en 2001 y las de madera terciada a US\$868 millones. Estas cifras corroboran el enorme tamaño del mercado de la madera en EE.UU., y permiten visualizar buenas posibilidades para una colocación futura de madera latifoliada de Chile.

Durante el 2002, el consumo norteamericano alcanzó a 138 millones de m³ de madera aserrada y a 32 millones de m³ de tableros. La distribución del consumo por uso final es de 43% en nuevas residencias, 32% en reparación y renovación, 6% en usos no residenciales y 19% en uso industrial. (Forintek Canada Corp. y Gryphon Resources, 2003)

El sector de los productos de alto valor es un importante consumidor de una variada gama de productos fabricados de madera. Sin entrar en mayor detalle es importante notar que la importación de muchos de estos productos ha experimentado un fuerte incremento en la última década, resultado, entre otros motivos, por la apreciación del valor del dólar (Figura 24).

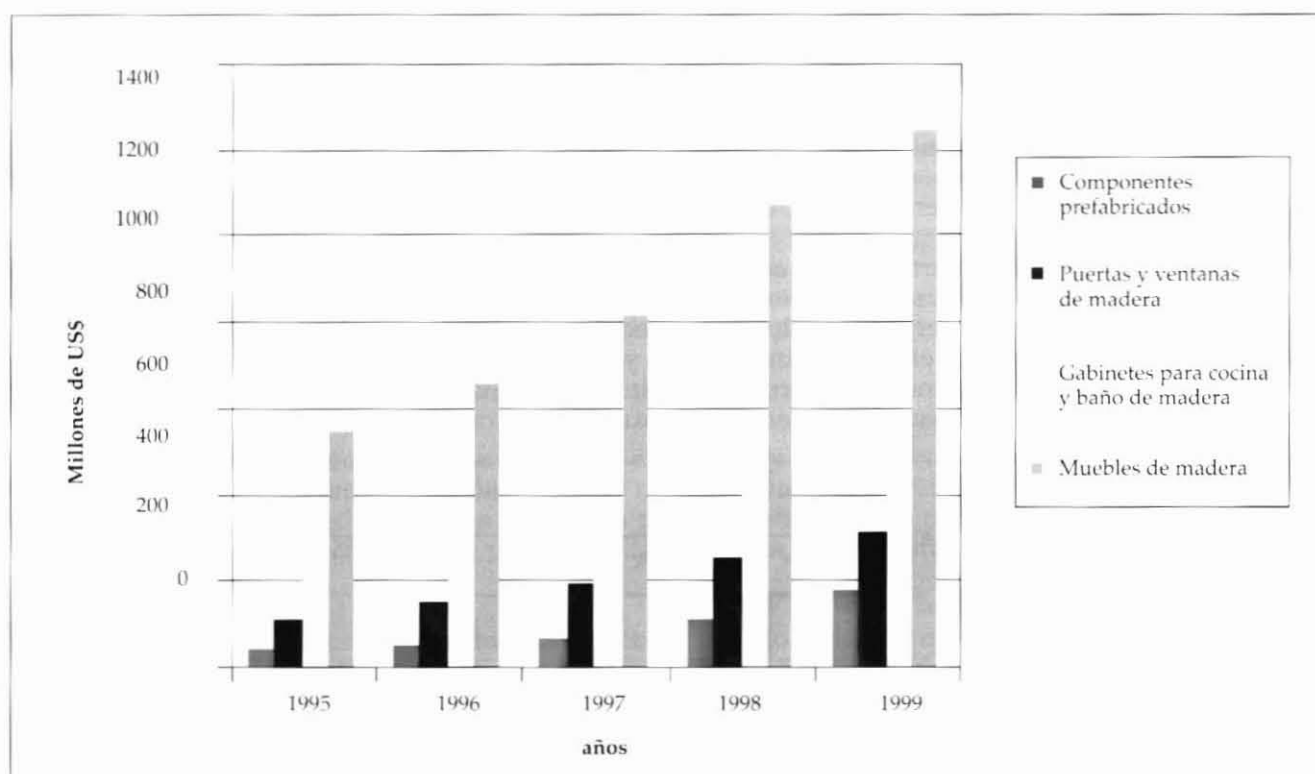


FIGURA 24
INCREMENTO DE LA IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS
DE MADERA DE VALOR AGREGADO.

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

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

7.1.7.3 El Mercado Europeo

Es necesario recordar que Europa no es un mercado carente de madera doméstica, al contrario, el continente europeo produce grandes cantidades de madera para exportación también hacia otros continentes (Tabla 50)

TABLA 50
PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE EUROPA

2001	Madera aserrada de coníferas (millones m ³)	Madera aserrada de latifoliadas (millones m ³)
Producción	92	16
Importación	37	9
Exportación	40	5
Consumo	89	20

Europa es un área exportadora neta de madera aserrada de coníferas, mientras es un área importadora neta de madera aserrada latifoliada, sobre todo de África y del Sudeste Asiático.

En Europa las importaciones de tablones de madera latifoliada han subido constantemente desde el 1998 hasta el 2000 (Figura 25).

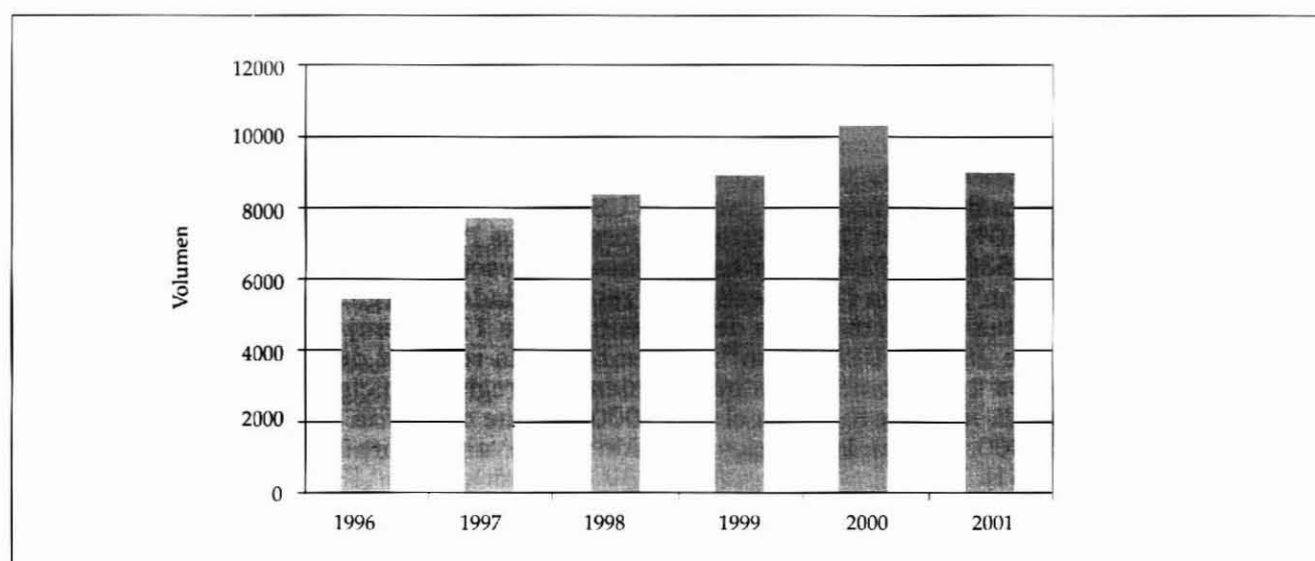


FIGURA 25
IMPORTACIÓN DE TABLONES DE MADERA LATIFOLIADA
EN EUROPA (FUENTE FAO X 1.000 m³)

Los mayores sectores de consumo son los del mueble, los del embalaje y los de los pisos de madera.

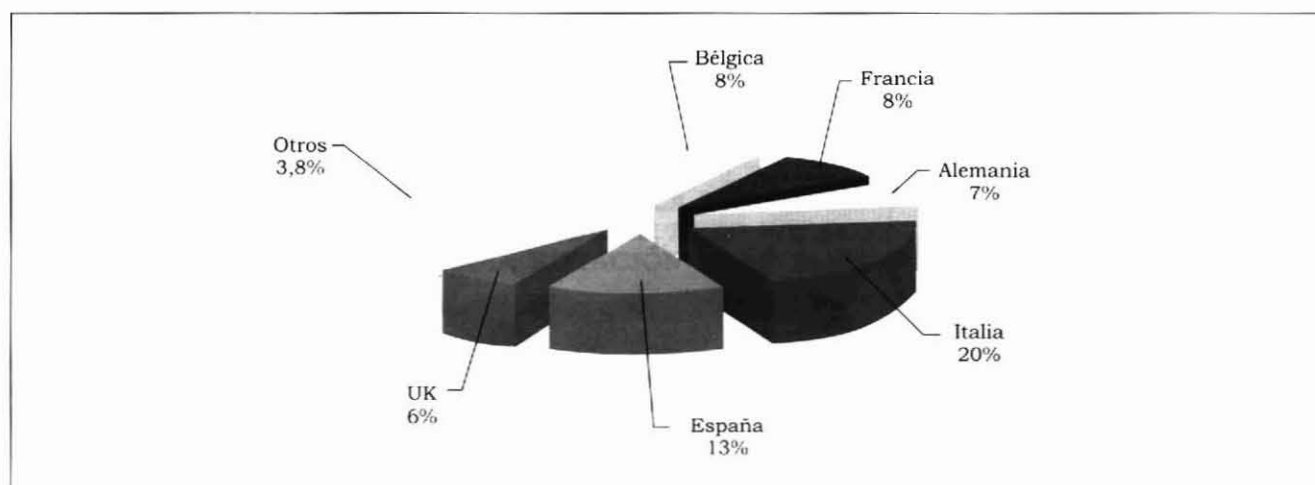


FIGURA 26
MAYORES PAÍSES EUROPEOS IMPORTADORES DE TABLONES
DE MADERA LATIFOLIADA (FUENTE FAO - 2000)

Italia es sin duda el mayor importador de tablones de madera latifoliada, gracias a su considerable industria del mueble (Figura 26). En el pasado Italia ha representado hasta el 25% de las importaciones europeas. Debido a la crisis económica (2003), que ha afectado particularmente a la industria del mueble, Italia ha reducido las importaciones, pero la tendencia es hacia la recuperación.

Se prevé que las importaciones de Italia, España y UK aumentarán, en tanto que en Alemania disminuirán. Los restantes países quedarán más o menos constantes.

7.2 ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE *Eucalyptus nitens* EN CHILE

En la actualidad las plantaciones de *E. nitens* en Chile tienen como objetivo la producción de madera pulpable en turnos de 8 a 12 años para abastecer principalmente a la industria nacional de celulosa de fibra corta y las centrales de astillado que producen para la exportación. Este recurso se ha formado como el resultado de: a) el notable crecimiento de la especie; b) su excepcional resistencia al frío; c) la iniciativa privada y el apoyo del Estado a través del D.L. 701; y d) las expectativas de precio y rentabilidad que imperaron en la década de los 90s en torno a su manejo para la producción de materia prima pulpable.

Para respaldar la incidencia del último punto basta mencionar los resultados de análisis realizados por Alvarez y Sandoval (1999), quienes estimaban Valores Potenciales del Suelo (VPS) del manejo pulpable para rotaciones de 12 años en el rango de US\$2.767 a US\$3.046 por ha, empleando una tasa de descuento del 10%; Jobet (1999) estimó Valores Netos Presentes (VNP) para rotaciones de 7 años en el rango de 1.538 a US\$2.422 por ha con tasas de descuento de 10% y precio del producto pulpable de US\$35 por m³, y Raga (1999) estimaba rentabilidades marginales del manejo pulpable de *E. nitens*, bajo distintas productividades de sitio entre 4,9 a 12,2% empleando un precio mínimo y máximo de análisis de 28 y 40 US\$ por m³. Sin embargo, la realidad de precios fue otra y desde fines de la década de los 90s, momento en que comienza el registro oficial del mercado doméstico de trozas pulpables de *E. nitens* y luego en el año 2000, en que comienza la exportación de astillas de la especie (INFOR, 2000; 2001a), los precios han sido significativamente inferiores a los registrados por *E. globulus* (Tabla 51).

TABLA 51
PRECIOS NOMINALES PARA TROZAS PULPABLES
Y ASTILLAS DE *E. nitens* Y *E. globulus*.

Año	Trozas para pulpa mercado interno (\$/MR ssc)			Trozas para pulpa exportación (US\$/m ³)	Astillas Exportación (US\$/t verde)		
	<i>E. nitens</i>	<i>E. globulus</i>	Diferencia	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	<i>E. globulus</i>	Diferencia
1999		27.000 (1)		57,47	No Registra	62,10	-
		29.000 (2)					
	18.000 (3)	26.600 (3)	8.600				
	15.000 (4)	22.500 (4)	7.500				
2000		29.000 (2)		51,60	36,20	54,80	18.60
	18.000 (3)	31.000 (3)	13.000				
	15.500 (4)	24.250 (4)	8.750				
2001	Sin Información	29.000 (1)	-	51,90	44,00	56,40	12.50
		30.000 (2)					
2002		27.200 (1)		45,30	41,60	51,50	9,90
	22.000 (2)	30.000 (2)	10.000				
		31.000 (3)					
		23.500 (4)					
2003	17.000 (1)	27.000 (1)	10.000	43,40	38,70	48,50	9,80
	22.000 (2)	33.000 (2)	11.000				

(1): Precio puesto planta Llanquihue, X Región; (2): Precio puesto planta Arauco, VIII Región. (3) Precio puesto cancha, Concepción, VIII Región. (4) Precio puesto cancha, Malleco, IX Región. Fuente: Boletines Estadísticos de INFOR.

⁷ En agosto del año 1999 el tipo de cambio observado promedio mensual fue de 1 US\$ = \$513 (www.bcentral.cl/), lo que significa que el autor evaluó considerando precios del metro ruma de 22.982 y \$32.832, respectivamente (1 MR = 1,6 m³). En la actualidad y considerando el tipo de cambio al 05 de febrero 2004 (1 US\$ = \$587) y un precio de \$22.000 por MR ssc, sólo se llega a un precio de US\$23,4 por m³ pulpable de *E. nitens*.

Aun así, en algunos analistas existe la percepción que el efecto de este menor precio en la rentabilidad podría ser mitigado por el notable crecimiento en volumen de la especie en determinados sitios, muy por sobre los de *E. globulus*. Por ejemplo, la Tabla 52 entrega antecedentes comparativos proporcionados por Raga (1999) para el volumen de madera, toneladas de celulosa por ha y rentabilidad marginal entre plantaciones de *E. nitens* y *E. globulus* de 12 años de edad para un sitio medio.

TABLA 52
VOLUMEN, RENDIMIENTO DE CELULOSA Y RENTABILIDAD DE *E. nitens* Y *E. globulus* (12 AÑOS; SITIO MEDIO).

Especie	<i>E. nitens</i>	<i>E. globulus</i>
Volumen (m ³ ssc/ha)	367,0	259,5
Rendimiento (m ³ ssc/ADt) (ADt = Tonelada celulosa seca al aire)	3,8	3,237
Producción (ADt/ha)	96,6	80,2
Rentabilidad marginal (precio 1*)	11,3%	10,3%
Rentabilidad marginal (precio 2**)	10,4%	9,2%
Rentabilidad marginal (precio 3***)	6,0%	7,7%

*Precio 1: *E. nitens* 40 US\$/m³; *E. globulus* 47 US\$/m³

**Precio 2: *E. nitens* 37,5 US\$/m³; *E. globulus* 43 US\$/m³

***Precio 3: *E. nitens* 28 US\$/m³; *E. globulus* sin información.

Fuente: elaboración propia en base a Raga (1999).

En base a los resultados de la Tabla 52, se concluiría que la rentabilidad del manejo pulpable de *E. nitens* puede resultar mayor al *E. globulus*, sin embargo, se observa que la magnitud de los precios empleados en ese análisis distan significativamente de los precios que hoy registra el mercado (con excepción del “precio 3”, que en la actualidad podría considerarse como un precio probable para *E. nitens*).

Al respecto, un análisis más aproximado en términos de costos y precios fue el realizado por Zapata (2001), quien analizó el efecto de las variables de establecimiento en la rentabilidad de *E. nitens* y *E. globulus* para diferentes zonas de crecimiento, concluyendo que las plantaciones de *E. globulus*, para su uso como materia prima pulpable, son más rentables que *E. nitens* debido al valor de mercado del producto, a pesar de los altos volúmenes proyectados para esta última especie (Tabla 53).

TABLA 53
VOLUMEN COMERCIAL Y VALOR NETO PRESENTE DE *E. globulus* Y *E. nitens*, ROTACIÓN 10 AÑOS, TASA 8%.

Zona de crecimiento	Volumen proyectado (m ³ /ha)				Valor Neto Presente (US\$/ha)			
	<i>E. globulus</i>		<i>E. nitens</i>		<i>E. globulus</i>		<i>E. nitens</i>	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Costa	381	470	-	-	2.960	4.020	-	-
Valle	179	333	130	265	1.270	2.550	190	740
Precordillera	-	-	400	507	-	-	1.660	2.310
Sur	191	322	310	379	1.280	2.400	970	1.530

Fuente: elaboración propia en base a Zapata (2001).

En sus cálculos, Zapata (2001) consideró costos de establecimiento incurridos hasta los 2 años de edad⁸; costos de administración anual de 20 US\$/ha; costos de cosecha variables de acuerdo al volumen medio por árbol, entre 7 y 11 US\$/m³, realizó proyecciones de volúmenes empleando el simulador de crecimiento EUCA2000 versión 2.0, y calculó los ingresos por venta de madera pulpable considerando un diámetro mínimo de 8 cm y un precio planta, diferenciado por especie, de acuerdo a los valores de mercado interno del momento, de 30.000 y \$20.000 por metro ruma para *E. globulus* y *E. nitens*, respectivamente.

Aun cuando todos estos antecedentes indican que el manejo pulpable de *E. nitens* es una opción rentable, hoy en día, en numerosos productores forestales persisten dudas al respecto, en especial cuando en el análisis se incluyen los costos de compraventa del terreno, todos los costos de establecimiento y se emplean precios de mercado. Precisamente la escasa rentabilidad de esta opción, justificó en el año 2001 la búsqueda de opciones alternativas, como es la producción de trozas para chapa y aserrio, y complementariamente pulpa, lo que motivó el proyecto FDI/CORFO “**Desarrollo de Opciones Productivas de Mayor Valor para Plantaciones de *Eucalyptus nitens* en la IX y X Región**”, ejecutado por INFOR durante los años 2002 y 2003, en asociación con empresas y productores forestales.

En los resultados del *Módulo Economía* de este proyecto se constató que la opción pulpable en un escenario de precios actuales, sin incluir subsidio y considerando el costo del suelo, no es viable económicamente en sitios de baja y media productividad, y se encuentra en el límite de la eficiencia económica en sitios de mayor productividad, motivo por el cual se justificaría como negocio forestal sólo en sitios de alta productividad, cercanos a centros de consumo y cuando los costos de establecimiento, cosecha y transporte son rigurosamente controlados y minimizados o cuando el productor logra negociar mejores precios por un determinado volumen de producción.

En contraste, la Opción de Alto Valor de *E. nitens* orientada a la producción conjunta de trozas para aserrio, chapas y pulpa, demostró ser una opción productiva económicamente superior a la opción pulpable, registrando rentabilidades promedios superiores al costo alternativo del dinero (8%) en todos los sitios evaluados, incluso en un escenario de precios pesimista que asume para las trozas aserrables con nudo y podadas de *E. nitens* los actuales precios del pino radiata.

De masificarse esta nueva orientación productiva en Chile, significaría que las rotaciones de *E. nitens*, originalmente planificadas entre 8 y 12 años para producir madera para pulpa, pueden extenderse a edades en el rango de los 15 a 22 años, dependiendo de la calidad del sitio, los productos a obtener y de otras consideraciones relacionadas con la calidad de la madera. Incluso esta mayor edad de cosecha beneficiaría la calidad de la madera pulpable, ya que con la edad evolucionan positivamente la densidad de la madera y algunas características pulpables (Peredo, 1999).

En Argentina, Uruguay, Brasil, Sudáfrica, España y Australia ya están aplicando podas y raleos a parte importante de su superficie de plantaciones de eucalipto, y esta opción productiva registra tasas internas de retorno (TIR) en el rango de 15 a 23% (Donnelly et al., 2003).

7.2.1 Antecedentes sobre Costos e Ingresos

Para analizar en detalle la economía de la producción de esta nueva opción y compararla con la opción pulpable, a continuación se resume parte de los análisis económicos efectuados en el proyecto “**Desarrollo de Opciones Productivas de Mayor Valor para Plantaciones de *Eucalyptus nitens* en la IX y X Región**”, que ejecutó INFOR los años 2002 y 2003.

7.2.2 Opciones Productivas Evaluadas para *E. nitens*

En la Tabla 54 se describen dos opciones genéricas de producción posibles de aplicar en plantaciones de *E. nitens* en Chile: **Pulpable** y **Alto Valor**, y que a modo de ejemplo serán evaluadas en este capítulo.

⁸ Lamentablemente el autor no entrega en su trabajo el costo de establecimiento empleado y no incluyó en el análisis el costo del suelo.

TABLA 54
DESCRIPCIÓN DE OPCIONES PRODUCTIVAS EVALUADAS.

Edad	Actividad	Pulpable	Alto Valor
0	Habilitación y Preparación del suelo	Roce, cercado, subsolado-amontonado, etc.	Roce, cercado, subsolado-amontonado, etc.
0	Plantación	1.429 plantas/ha (2 m x 3,5 m), cultivo con pala plantadora	1.429 plantas/ha (2 m x 3,5 m), cultivo con pala plantadora
0-1	Fertilización	Aplicada en bandas	Aplicada en bandas
0-1-2	Control químico de malezas	Pre y post plantación y controles de mantenimiento (al 100% de la superficie)	Pre y post plantación y controles de mantenimiento (al 100% de la superficie)
1 a t	Administración	Supervisión, protección, seguros	Supervisión, protección, seguros
3-4-5	Podas	No hay	Poda 1: año 3 mejores 700 arb/ha a 2,7 m Poda 2: año 4, 700 arb/ha a 4,5 m Poda 3: año 5, 700 arb/ha a 6,5 m
5-9	Raleos	No hay	Raleo 1: año 5, eliminan árboles no podados, Raleo 2: año 9, se dejan 350 arb/ha podados
t	Cosecha final	10 años	20 años

7.2.3 Costos de Producción

Desde el punto de vista de los costos, la inversión en plantaciones de *E. nitens* debe considerar los siguientes componentes generales:

- Adquisición del terreno,
- Establecimiento de la plantación, cuidados posteriores y posibilidades de bonificación a la forestación,
- Administración y mantenimiento durante todo el ciclo o rotación forestal,
- Intervenciones silvícolas intermedias y posibilidades de bonificación a la primera poda y primer raleo, y
- Construcción de caminos, cosecha, comercialización y transporte de los productos.

7.2.3.1 Adquisición del terreno:

Cualquier inversionista interesado en establecer plantaciones de *E. nitens* debe considerar la adquisición del terreno a forestar⁹. En el caso del propietario que ya dispone de suelo, es importante que conozca su valor para efectos de imputar el costo alternativo de su uso como plantación. En base a precios de mercado de suelos aptos para forestación publicados por corredores de propiedades y de antecedentes proporcionados por empresarios forestales de la X región (Ludwig, 2004; Leslie, 2004; Menzel, 2003, comunicaciones personales), el precio de la tierra apta para *E. nitens* puede fluctuar en el rango de los 800 a US\$2.000 por ha. En el análisis económico que se desarrolla más adelante, se empleará como valor medio US\$1.000 por hectárea, es decir **\$587.000 por ha¹⁰**.

⁹ Para efectos de evaluar la incidencia del costo del suelo en la economía de la producción de una rotación, se debe incluir la compra del suelo al año del establecimiento y la venta posterior una vez realizada la cosecha (esto permite considerar los intereses que se dejan de ganar por su uso como plantación).

¹⁰ Tipo de cambio 1 US\$ = \$587 (05 de febrero de 2004).

7.2.3.2 Establecimiento.

Al igual que la forestación con otras especies, el establecimiento exitoso de plantaciones de *E. nitens* requiere de la ejecución de una serie de actividades y faenas que importan costos, entre las cuales destacan: planificación del establecimiento; habilitación del terreno mediante roce; preparación o laboreo del suelo; cercado de la superficie a plantar; construcción de cortafuegos; adquisición, embalaje y transporte de las plantas desde el vivero al lugar de establecimiento; plantación propiamente tal; controles de malezas y fertilizaciones.

Además de estas actividades, determinadas condiciones del sitio pueden hacer recomendable considerar la aplicación de riego, el uso de polímetros hidratantes, el control de lagomorfos, el replante, etc. La suma de los costos de estas actividades determina el **costo de establecimiento** de plantaciones de *E. nitens*, cuya magnitud puede variar según una serie de factores, entre los cuales destacan: el objetivo productivo (densidad y espaciamiento); las condiciones edafoclimáticas del sitio a forestar; su ubicación geográfica y accesibilidad; la dotación tecnológica y experiencia del forestador, que determinan los rendimientos en las diferentes faenas; las posibilidades de economías de escala; etc.

Aun así, una buena referencia sobre “**costos generales de forestación**” es la tabla que cada año publica la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para efectos de calcular el monto de bonificación a la forestación, contemplados en el DL 701. Los costos de dicha tabla incluyen el financiamiento de las actividades de roce, tratamiento de desechos, preparación del suelo, desmalezado pre y post plantación, adquisición o producción de plantas, plantación, fertilización, riego de establecimiento y aplicación de gel (ambas sólo en las macrozonas 1 a 4), control de lagomorfos, construcción de cortafuegos y gastos generales (CONAF, 2003). Además, la Tabla considera una serie de ajustes a este monto, por ejemplo:

- Si la preparación de suelo incluye subsolado se suma un monto adicional de \$32.554 por ha.
- Para pequeños propietarios se agrega un monto por concepto de asesoría profesional de \$28.848 por ha.
- Se consideran costos de construcción de cerco en base a un precio por metro lineal de \$355, monto que se pondera por 2 al tratarse de pequeños propietarios.

La Tabla 55 entrega los costos generales de forestación publicados por CONAF (2003) para la temporada 2004 que aplican a *E. nitens* para la macrozona 6 (regiones IX y X) y el monto total, que incluye costos de subsolado, asistencia técnica y construcción de cercos, a partir del cual se puede estimar el monto de bonificación.

TABLA 55
COSTOS GENERALES DE FORESTACIÓN TEMPORADA 2004 APLICABLES A
***E. nitens* PARA PLANTAS EN CONTENEDOR, MACROZONA 6, SEGÚN DENSIDAD INICIAL.**

Densidad inicial (árboles/ha)	Macrozona 6 (IX Y X REGIÓN EXCEPTO PROVINCIA DE PALENA) (\$/ha)				
	Costo forestación según tabla	Subsolado	Asistencia técnica	Cerco *	Total
1.250	271.423	32.554	28.848	40.000	372.825
1.668	335.461	32.554	28.848	40.000	436.863

* Costo estimado en base al cercado de una superficie cuadrada de 50 ha y un costo por metro lineal bonificable de \$710

Fuente: Elaboración propia en base a CONAF (2003).

De acuerdo a la Tabla 55, para los pequeños propietarios de la macrozona 6, los costos totales de forestación de *E. nitens*, sobre los cuales se calcula la bonificación, pueden llegar a los 372.825 y \$436.863 por ha, para el establecimiento de 1.250 y 1.668 arb/ha respectivamente. Dichos montos son muy similares a los registrados en la práctica del establecimiento de *E. nitens*¹¹ (Peñaloza, 2003; Alvarez y Sandoval, 1999; Jobet, 1999; Leslie, 2004, com. pers.; Ludwig, 2003, com. pers.).

Cabe destacar que los costos de la Tabla 55, se refieren a **los costos de forestación**, no obstante en este capítulo se entenderá como **costo de establecimiento** a todos los gastos incurridos hasta que la **plantación se encuentra totalmente establecida**.

Por ejemplo, algunos productores de la X Región, bajo un esquema de establecimiento intensivo, pueden aplicar un control de maleza al año 1 y eventualmente al año 2, a toda la superficie donde exista maleza, a un costo promedio de \$45 mil por ha por cada aplicación y eventualmente una fertilización productiva al año 1 a un costo de \$45 mil por ha. Al sumar el valor actualizado de dichos costos (\$121,9 mil por ha¹²), a los valores de la Tabla 55, significa que el **costo de establecimiento de *E. nitens*** puede llegar incluso a más de \$550 mil para densidades iniciales de 1.668 arb/ha (Tabla 56).

TABLA 56
COSTOS DE ESTABLECIMIENTO *E. nitens*, MACROZONA 6
(\$/ha), INCLUIDOS COSTOS DEL AÑO 1 Y 2.

Densidad inicial (arb/ha)	Macrozona 6
1.250	494.739
1.668	558.777

Los valores de la Tabla 56 constituyen una buena aproximación al monto de inversión requerido por un propietario que dispone del terreno y está dispuesto a plantar *E. nitens*, con una silvicultura de establecimiento intensiva. En base a los antecedentes expuestos, el análisis económico que se desarrolla en el punto 3 de este capítulo emplea un costo de establecimiento de **\$526.758 por ha**, como representativo para una densidad inicial de 1.429 arb/ha (valor promedio de los costos de la Tabla 56). Para un inversionista que desee adquirir el terreno y establecer una plantación, debe considerar el costo de adquisición del suelo, que puede significar \$587 mil por ha, es decir una inversión del orden de \$1,1 millones por ha establecida.

7.2.3.3 Subsidio a la forestación:

Si el propietario calificara como beneficiario del DL 701¹³, lograría un subsidio que en el caso de pequeños propietarios bonifica hasta el 90% de los costos de forestación para las primeras 15 hectáreas y luego un 75% de los costos de forestación para las siguientes hectáreas. Según el reglamento del DL 701, la bonificación se entrega parcializada, un 75% de los costos netos una vez verificado el prendimiento (año 1) y el 15% restante a los 3 años de efectuada la plantación, cuando se compruebe el establecimiento de ésta (total 90%). Por ejemplo, si un pequeño propietario de la macrozona 6 planta a 1.429 arb/ha, su **costo de forestación** aproximado, sobre el cual se calcula la bonificación será de \$404.844 (media de los valores de la Tabla 55). En las primeras 15 ha podría optar a una bonificación de \$364.359 por ha (90%), que sería entregada en dos cuotas: \$303.633 por ha al año 1 (75%) y los restantes \$60.726 por ha al año 3 (15%). El valor actualizado de dicho monto de bonificación a una tasa del 8% anual equivale a **\$329,3 mil por ha**. Esto significa que si los **costos de establecimiento** valorados al año 0 fuesen de \$526,7 mil por hectárea, al propietario le significaría sólo un desembolso real de **\$197,4 mil por ha**.

¹¹Alvarez y Sandoval (1999) estiman costos de forestación para *E. nitens* entre los 498 a US\$648 por ha; Jobet (1999), entre los 448 a US\$845 por ha para densidades de 1.076 y 2.344 arb/ha respectivamente; Cerda et al. (2002), mencionan costos de forestación de *Eucalyptus* spp. de 450 a US\$800 por ha.

¹²Control de maleza (años 1 y 2) y fertilización (año 1) actualizados al año 0 con una tasa de descuento del 8%.

¹³Pequeños propietarios que foresten suelos de aptitud preferentemente forestal o cualquiera que foreste suelos frágiles, degradados y ñadis. En el segundo de los casos, la bonificación es de un 75%, independiente del tamaño de la superficie a forestar (www.conaf.cl; <http://www.sii.cl/pagina/jurisprudencia/legislacion/complementaria/dl701.htm>).

7.2.3.4 Intervenciones Silvícolas Intermedias

- **Opción Pulpable:** no requiere actividades silvícolas intermedias como podas y raleos, por lo tanto no se registran costos hasta la edad de cosecha, salvo aquellos gastos anuales que se desembolsan durante toda la rotación, resultantes de la administración, protección y de eventuales seguros.

- **Opción de Alto Valor:** aun cuando en Chile no se dispone de prescripciones de manejo validadas para esta opción, basándose en la experiencia Australiana¹⁴, esta opción puede involucrar tres podas (años 3, 4 y 5), logrando una altura libre de ramas de 6,5 a 9 m y la aplicación de al menos dos raleos comerciales, por ejemplo uno al año 5 y otro al año 9, buscando lograr una densidad final de 300 a 400 arb/ha. La magnitud del costo de las faenas de podas y raleos depende de una serie de factores (gestión directa o contratada, intensidad y oportunidad de la poda y del raleo, etc.), sin embargo, en base a los antecedentes proporcionados por productores de la X Región (Ludwig, 2004, Leiva, 2004, Menzel, 2003, com. pers.), \$45 mil por ha sería un costo medio aproximado para cada faena de poda (rango de \$30 mil a \$55 mil por ha) y para el raleo se puede considerar costos de \$9,65 mil por metro cúbico ssc, incluyendo caminos, campamentos, cosecha, descortezado, arrumado, carguío y transporte.

Subsidio al manejo: En el caso de pequeños propietarios forestales acogidos al DL 701 (CONAF, 2003), en la primera poda y en el primer raleo pueden beneficiarse del siguiente monto de bonificación:

- Primera poda: \$ 44.529/ha;
- Primer raleo: \$ 25.234/ha; y
- Asesoría profesional: \$ 28.484/ha.

7.2.3.5 Mantenimiento, Administración y Protección.

Establecida la plantación, anualmente y hasta la cosecha, se deben considerar costos de protección (pago de pólizas de seguros contra heladas, viento e incendios o en su defecto gastos por mitigación de su riesgo), gastos de administración y supervisión, y labores de mantenimiento de cortafuegos, control de plagas, etc. Estos gastos anuales pueden variar en función de una serie de elementos, sin embargo según estimaciones de INFOR (1998) y antecedentes proporcionados por Ludwig (com. pers. 2003), se considera representativo un monto anual de \$20 mil por ha (rango de 10 a \$30 mil por ha).

7.2.3.6 Caminos, Cosecha y Transporte:

Lograda la madurez financiera, se procede a la cosecha. Al respecto, y al igual que otras especies forestales, las actividades que importan costos son las siguientes:

- Diseño y construcción de caminos.
- Planificación de la cosecha, campamentos, volteo; madereo; trozado; descortezado (opcional según sistema de comercialización del producto) y arrumado.

En general el costo de diseño y construcción de caminos forestales de estándar promedio, puede significar unos US\$20 mil por kilómetro (Gayoso y Muñoz, 1997). Si se considera una densidad de caminos del orden de los 35 m/ha, resulta un costo de US\$700 por ha, lo que según productividad de sitio se traduce en costos por metro cúbico en el rango de 1,4 a US\$2,8¹⁵. En función de esto, el análisis económico que se realiza en el punto 7.2.5 de este capítulo, considera un costo medio de \$1.000 por m³, incluida la administración.

Las actividades de cosecha involucran el volteo a tala rasa, madereo y trozado, eventualmente descortezado, y arrumado de las trozas a orilla de camino. Dichas actividades pueden efectuarse mediante diversos métodos y sistemas de cosecha, que involucran más o menos mecanización, y según las condiciones particulares del terreno, pueden significar mayores o menores rendimientos,

¹⁴ Esquema de alto valor aplicado para plantaciones de *E. nitens* en el Estado de Tasmania en Australia por la empresa estatal Forestry Tasmania (Candy y Gerrand, 1997; Gerrand et al., 1997).

¹⁵ Considera la cosecha de una plantación de *E. nitens* de 10 años para sitios de 50 y 25 m³/ha/año, respectivamente.

con el consiguiente impacto en los costos. De igual manera, el tamaño del árbol medio a cosechar (calidad del bosque), tiene una relación prácticamente directa con los rendimientos y por ende a un mayor tamaño significarán menores costos unitarios. Por ejemplo, Jobet (1999), estimó costos de cosecha de rollizos pulpables en el rango de 6,1 a US\$13 por m³ según volumen medio árbol (0,28 y 0,1 m³/árbol, respectivamente) y Zapata empleó en su análisis económico costos unitarios en el rango de 7 a US\$11 por m³, lo que equivale a unos 6.574 a \$10.331 por metro ruma descortezado¹⁶. En base a estos antecedentes, el análisis que se desarrolla más adelante, considera un **costo de cosecha de la madera de aptitud pulpable de \$4.150 por m³ssc** (\$6.640 por MR ssc).

Para los rollizos aserrables, los costos por metro cúbico pueden ser diferentes por las siguientes razones: menores costos de volteo y madereo; mayores gastos por la necesidad de clasificación posterior al trozado; gastos por adopción de medidas de pre y post cosecha para la mitigación de rajaduras en los extremos (anillamiento de árboles en pie, empleo de productos sellantes como parafina sólida o cera emulsionada y el corte en cruz con motosierra en cada troza). En base a esto, se estima un **costo unitario de cosecha de trozas aserrables y para chapas de \$5.150 por m³**.

Si la madera se vende puesta en planta, se debe considerar costos de carguío, despacho y transporte de la madera. El costo de transporte dependerá de la distancia desde el bosque a la planta. Una tarifa razonable es de \$55/m³/km, lo cual, para una distancia de 75 km desde el bosque a la planta, determinaría **costos de transporte de \$4.125 por m³**. La Tabla 57 resume los costos de camino, cosecha y transporte de productos de *E. nitens* que se emplean más adelante en el análisis económico.

TABLA 57
COSTOS DE CAMINOS, COSECHA Y TRANSPORTE (\$/m³)

Item	Trozas pulpables	Trozas aserrables-chapa
- Administración y caminos	1.000	1.000
- Costos Cosecha*	4.150	5.650**
- Carguío, Despacho y Transporte (75 km de distancia)	4.500	4.500
Total Costo en Planta	9.650	11.150

* Incluye costos de campamentos

** Incluye costos de clasificación de productos y reducción de tensiones (anillamiento en pie, corte en cruz y sellado de extremos de las trozas con parafina sólida).

Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por Leiva (2004) y Ludwig (2003) (com. Personal).

Con los costos de la Tabla 57 se busca reflejar todos los costos involucrados en esta etapa, sin embargo en la práctica y dependiendo de cada situación, dichos costos podrían resultar menores (por ejemplo US\$15 por m³ es un valor comúnmente citado para costos unitarios de cosecha y transporte, Cerda et al., 2000). Por este motivo, y al igual que para otros componentes de costos, en el punto 4 de este capítulo se realiza un análisis de sensibilidad de la rentabilidad con respecto a variaciones de estos factores de producción.

7.2.4 Determinantes del Ingreso

Sin considerar los subsidios como componente de los ingresos del negocio forestal, éstos están representados por el valor de la madera comercializada en eventuales raleos y en la cosecha final¹⁷. Al respecto dos son los factores determinantes: a) los rendimientos físicos que registra la plantación de *E. nitens* que dependen de la productividad del sitio, calidad de las plantas y silvicultura, y que se traducen en volúmenes comerciales en raleos y cosecha final; y b) el precio de los productos, según opción de venta (puesto planta, cancha o en el predio).

¹⁶ Tipo de cambio 1 US\$ = \$587; 1 MR = 1,6 m³ssc.

¹⁷ Y por el precio de reventa de la tierra (en este capítulo se asume un monto igual al valor de adquisición en el año 0).

7.2.4.1 Rendimientos:

De acuerdo a la información disponible, las plantaciones de *E. nitens* en Chile, orientadas a la producción pulpable, registran un incremento medio anual en volumen que se sitúa en el rango más probable de 28 a 48 m³ssc/ha (IMA a los 10 años), es decir se pueden encontrar plantaciones de 10 años de edad con volúmenes comerciales de 280 a 480 m³ssc/ha, lo que equivale a 175 y 300 metros ruma por ha.

En base a la planilla de simulación de crecimiento y rendimiento *Euca 3.1* desarrollada por INFOR (2000), y considerando una densidad de establecimiento de 1.429 arb/ha, dichas productividades equivalen a índices de sitio de 25 y 35¹⁸, respectivamente. De esta manera, el análisis económico que se detalla más adelante, considera la opción pulpable para ambas productividades de sitio (28 y 48 m³/ha/año), asumiendo que todo el volumen es pulpable con largos de 2,44 m y un diámetro mínimo de utilización de 10 cm.

Para la opción de alto valor, que incluye podas y raleos, en Chile no se dispone de herramientas que simulen el crecimiento y rendimiento o información publicada relativa a rendimiento observado de rodales manejados. Para superar esto, en este capítulo se asumen volúmenes comerciales para ambos raleos y un volumen medio por árbol de cosecha final, de modo tal que se mantenga una misma productividad de sitio que en la opción pulpable. Además se asume una composición relativa de los productos al final de la rotación similar a la que pueden exhibir los esquemas intensivos de *Pinus radiata* (Tabla 58).

TABLA 58
PRODUCCIÓN PLANTACIÓN *E. nitens* MANEJO DE ALTO
VALOR SEGÚN SITIO, ROTACIÓN 20 AÑOS.

Índice de Sitio	Raleo 1* (año 5)	Raleo 2** (año 9)	Vol. Árbol medio Edad cosecha (m ³ /árbol)	COSECHA FINAL***					TOTAL
	Madera pulpable (m ³ /ha)	Madera pulpable (m ³ /ha)		Madera pulpable (m ³ /ha)	Aserrable c/nudos (m ³ /ha)	Rollizo podado (m ³ /ha)	Total (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)	IMA (m ³ /ha/año)
25	50,0	60,0	1,3	72,8	232,1	150,1	455,0	22,8	28,2
35	70,0	80,0	2,3	128,8	410,5	265,7	805,0	40,3	47,8

* Se extraen 729 arb/ha (de 1429 a 700); ** Se extraen 350 arb/ha, dejando 350 arb/ha para cosecha final.

***En la cosecha final se asume la composición de productos para rodales de *P. radiata* con manejo intensivo: 16% pulpable, 51% aserrable y 33% podado (estimado en base a datos de Sotomayor et al., 2002).

7.2.4.2 Precios.

El análisis económico de ambas opciones productivas considera la venta de madera en planta. Para la madera pulpable de *E. nitens* se emplea un precio de \$22 mil por MR ssc. Para las trozas aserrables y chapa de *E. nitens*, en la actualidad no existen precios de mercado, pero en base a resultados del módulo tecnologías industriales y mercado del proyecto FDI CORFO ejecutado por INFOR, se infiere que el precio debiera ser intermedio entre los registrados por *P. radiata* y *E. globulus* (Cabrera, 2003), sin embargo para efectos conservadores de análisis, en este capítulo se asumen los actuales precios del *P. radiata*. Por ello, el presente análisis considerará para *E. nitens* un precio promedio de **trozas aserrables de \$20.000 por m³ y para chapa de \$32.000 por m³** (Tabla 59).

¹⁸ Índice de Sitio: altura dominante en metros a la edad de 10 años.

TABLA 59
PRECIOS PUESTO PLANTA Y EN PIE PARA ROLLIZOS DE *E. nitens*.

Rollizo	Unidad	Planta	En pie***
<i>Pulpable</i>	(\$/m ³)	13.750*	4.100
<i>Aserrable con nudo</i>	(\$/m ³)	20.000**	8.850
<i>Podado (chapa)</i>	(\$/m ³)	32.000**	20.850

* Equivale a \$22 mil por MR ssc.

** Precios de *P. radiata* (INFOR, 2003).

*** Precio planta menos costos de caminos, cosecha y transporte.

7.2.5 Análisis Económico

Los costos e ingresos presentados permiten conocer el flujo de caja de la inversión, es decir, la magnitud y oportunidad de costos e ingresos durante la rotación, no obstante no responden por sí solos sobre la eficiencia económica o rentabilidad del negocio, ya que no incluyen el costo de oportunidad de la inversión.

En este sentido, el análisis económico requiere considerar el costo de oportunidad del dinero invertido, para lo cual se deben actualizar los valores del flujo de caja considerando una tasa de interés o de descuento¹⁹. En este capítulo se estima que una tasa de descuento del 8% anual es apropiada para evaluar proyectos de inversión en plantaciones forestales.

7.2.5.1 Indicadores Económicos Estudiados²⁰

Costos de Madera en Pie

Como su nombre lo indica, este parámetro se refiere al costo de producción de un metro cúbico de madera en pie (en \$/m³ssc). Para determinarlo se empleó el **método del valor de costo** que implica capitalizar los costos históricos, conocido también como costo de reposición o formación (Chacón y Neuenschwander, 1991).

Es decir se identificó y capitalizó el costo del suelo, del establecimiento, los gastos anuales incluyendo el costo de oportunidad del capital, desde la fecha en que ocurren hasta la edad de valorización²¹ (10 años para la opción pulpable y 20 años para la opción de alto valor). Luego de establecer el valor de costo por hectárea, se procedió a dividir dicho monto por los rendimientos físicos comerciales registrados en el año de evaluación (ecuación 1).

$$CMP_t = \sum \{CE * (1+i)^t + CIS_j (1+i)^{t-j} + GA [(1+i)^t - 1] / i - IR_k (1+i)^{t-k} - CS [1 - (1+i)^t] / V(t) \} \quad (1)$$

Donde:

CMP_t	: Costo madera en pie en el año t (donde t = 10 años en el manejo pulpable y 20 en el manejo de alto valor) (\$/m ³ ssc)
CS	: Costo adquisición del suelo (en \$/ha)
CE	: Costo de establecimiento, expresado al año 0 (plantas, plantación, prep. terreno, cercos, etc.).
t	: Edad de la plantación a la fecha de la valorización t (t = 10 años para manejo pulpable y 20 para manejo de alto valor)
CIS_j	: Costo de una intervención silvicultural (podas) en un año "j" cualquiera (j < t), (en \$/ha)
i	: Tasa de descuento en decimales
IR_k	: Ingresos neto por raleo en el año "k", donde k= 5 y 9 en manejo alto valor
GA	: Gasto anual (e.j. gastos de administración, protección y seguros)
V(t)	: Volumen comercial a la edad t (en m ³ ssc/ha)

¹⁹ Dicho en otras palabras "la remuneración que el mismo hubiera obtenido en otra actividad o que se deja de percibir por estar invertido en la forestación" (idealmente debiera también cubrir el riesgo de la actividad).

²⁰ Para determinar los indicadores respectivos, se asume que los flujos de caja así como la tasa de descuento son reales (excluyen la inflación) y los flujos de caja son antes de impuestos.

²¹ Si durante este periodo tiene lugar ingresos (e.j. bonificaciones y raleos comerciales), deben descontarse en el cálculo.

El presente análisis considera las situaciones “con y sin incluir el subsidio a la forestación” y “con y sin considerar la compraventa del suelo”, motivo por el cual se pueden obtener resultados de costo de madera en pie para todas estas situaciones. Al considerar el costo del suelo, se asume la compra del terreno el año 0 y su venta posterior en el año de evaluación (10 años para la opción pulpable y 20 años para la de alto valor). Al considerar subsidio, el costo de establecimiento disminuye en el equivalente al valor actual del monto de la bonificación a una tasa del 8% anual (\$329.348 por ha).

Indicadores de Rentabilidad

Para conocer y comparar la rentabilidad del negocio forestal tradicionalmente se han determinado tres indicadores: a) El Valor Neto Presente de una rotación (VNP); b) El Valor Neto Presente de infinitas rotaciones, conocido como Valor Potencial del Suelo (VPS); y c) La Tasa Interna de Retorno (TIR).

Valor Neto Presente (VNP)

Mide, en dinero de hoy, el cambio de riqueza del inversor, por invertir en el proyecto, en lugar de hacerlo en una alternativa cuyo retorno es la tasa de descuento utilizada en el cálculo del VNP, es decir el valor actual del flujo de beneficios netos, de la inversión forestal, considerando “una rotación” a una tasa de descuento determinada (Klemperer, 1996). Una regla simple de decisión es considerar económicamente convenientes los proyectos cuyo VNP es superior a cero. Para su estimación se empleó la ecuación 2.

$$VNP = \sum (PMP_l * V(t_l) + IR_k (1+i)^{t-k} - CE * (1+i)^t - CIS_j (1+i)^{t-j} - GA [(1+i)^t - 1] / i - CS [1 - (1+i)^t] / (1+i)^t \quad (2)$$

Donde:

VNP	: Valor Neto Presente (\$/ha)
PMP _l	: Precio madera en pie del producto l (manejo pulpable l=1 producto; manejo alto l=3 productos)
V(t _l)	: Volumen Comercial del Producto l a la edad de cosecha t

Valor Potencial del Suelo (VPS)

Corresponde al VNP de infinitas rotaciones, es decir es la estimación del valor actualizado de la tierra si se destinara a la actividad forestal durante un número infinito de ciclos productivos, valorando el uso del suelo a perpetuidad. Este indicador es el máximo valor que un inversionista debiera estar dispuesto a pagar por un suelo desnudo para dedicarlo al negocio forestal y aun continuar ganando la tasa de retorno o descuento “i” (Klemperer, 1996, Chang, 1984). Su estimación se realizó empleando la ecuación 3.

$$VPS = \sum [(PMP_l * V(t_l)) - CR] / [(1+i)^t - 1] - CE - GA / i \quad (3)$$

Donde:

VPS	: Valor Potencial del Suelo.
CR	: Costo Reforestación.

Renta del Suelo (RS)

Valor anualizado del VPS. Corresponde a la máxima renta anual perpetua que genera la inversión. La renta del suelo se obtuvo a partir de la fórmula 4.

$$RS = VPS * i \quad (4)$$

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Representa la rentabilidad promedio anual que se obtiene al efectuar la inversión durante su duración, motivo por el cual se debe priorizar los proyectos que presentan mayor TIR. De esta forma un proyecto será aceptable si la TIR es igual o mayor a la tasa de descuento o costo de oportunidad

del capital del inversionista, de lo contrario debe “rechazarse”, en este caso un 8%. Para determinar la Tasa Interna de Retorno, se procedió a iterar tasas de descuento en la ecuación 2 (procedimiento de ensayo y prueba) hasta que el valor neto presente se igualara a cero.

7.2.5.2 Resultados Según Opción Productiva

- **Opción Pulpable:** en base a los antecedentes expuestos, la Tabla 60 entrega los resultados de análisis económico para la opción pulpable, incorporando la incidencia de la compraventa del terreno y del subsidio a la forestación, para el rango de productividad de *E. nitens* más probable para Chile.

TABLA 60
ANÁLISIS ECONÓMICO OPCIÓN PULPABLE *E. nitens*.
SEGÚN SITIO, ROTACIÓN 10 AÑOS. TASA 8%.

Parámetro	Unidad	IMA 28,3 m³/ha/año (IS 25)				IMA 48,6 m³/ha/año (IS 35)			
		Sin Subsidio		Con Subsidio		Sin Subsidio		Con Subsidio	
		Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo
Adquisición del terreno	(M\$/ha)	-	587,0	-	587,0	-	587,0	-	587,0
Costo establecimiento	(M\$/ha)	526,7	526,7	197,4	197,4	526,7	526,7	197,4	197,4
Gastos anuales	(M\$/ha/año)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Costos cosecha y transporte	(M\$/ha)	2.733,0	2.733,0	2.733,0	2.733,0	4.693,1	4.693,1	4.693,1	4.693,1
Ingresos brutos	(M\$/ha)	3.894,1	3.894,1	3.894,1	3.894,1	6.687,1	6.687,1	6.687,1	6.687,1
Ingresos netos	(M\$/ha)	1.161,1	1.161,1	1.161,1	1.161,1	1.994,0	1.994,0	1.994,0	1.994,0
Venta terreno	(M\$/ha)	-	587,0	-	587,0	-	587,0	-	587,0
Costo madera en pie	(\$/m³)	5.038,0	7.441,0	2.528,0	4.930,0	2.934,0	4.333,0	1.472,0	2.871,0
VNP	(M\$/ha)	-123,1	-438,2	206,2	-108,9	262,7	-52,4	592,0	276,9
TIR	(%)	5,5	3,1	14,5	6,5	12,0	7,5	21,9	11,1
VPS	(M\$/ha)	-229,3		100,0		489,4		818,7	
RS	(M\$/ha/año)	-18,3		8,0		39,2		65,5	

- **Opción de Alto Valor:** la Tabla 61 entrega los resultados de análisis económico para la opción de alto valor, incorporando la incidencia de la compraventa del terreno y del subsidio a la forestación.

TABLA 61
ANÁLISIS ECONÓMICO OPCIÓN DE ALTO VALOR *E. nitens*.
SEGÚN SITIO, ROTACIÓN 20 AÑOS. TASA 8%.

Parámetro	Unidad	IMA 28,3 m ³ /ha/año (IS 25)				IMA 47,7 m ³ /ha/año (IS 35)			
		Sin Subsidio		Con Subsidio		Sin Subsidio		Con Subsidio	
		Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo
Adquisición del terreno	(M\$/ha)	-	587,0	-	587,0	-	587,0	-	587,0
Costo establecimiento	(M\$/ha)	526,7	526,7	197,4	197,4	526,7	526,7	197,4	197,4
Gastos anuales	(M\$/ha/año)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Costo poda 1 *	(M\$/ha)	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Costo poda 2 *	(M\$/ha)	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Costo poda 3 *	(M\$/ha)	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Ingresos netos raleo 1 (año 5)	(M\$/ha)	227,2	227,2	227,2	227,2	287,0	287,0	287,0	287,0
Ingresos netos raleo 2 (año 9)	(M\$/ha)	272,6	272,6	272,6	272,6	328,0	328,0	328,0	328,0
Costos cosecha y transporte	(M\$/ha)	4.964,0	4.964,0	4.964,0	4.964,0	8.782,5	8.782,5	8.782,5	8.782,5
Ingresos brutos	(M\$/ha)	10.446,8	10.446,8	10.446,8	10.446,8	18.482,8	18.482,8	18.482,8	18.482,8
Ingresos netos	(M\$/ha)	5.482,8	5.482,8	5.482,8	5.482,8	9.700,2	9.700,2	9.700,2	9.700,2
Venta terreno	(M\$/ha)	-	587,0	-	587,0	-	587,0	-	587,0
Costo madera en pie	(\$/m3)	5.736,0	10.459,0	2.362,0	7.085,0	2.682,0	5.351,0	775,0	3.444,0
VNP	(M\$/ha)	616,4	155,4	945,7	484,7	1.618,1	1.157,0	1.947,4	1.486,3
TIR	(%)	12,1	8,7	17,2	10,6	16,0	12,0	21,8	14,0
VPS	(M\$/ha)	784,8		1.114,1		2.060,1		2.389,4	
RS	(M\$/ha/año)	62,8		89,1		164,8		191,2	

* Poda 1 al año 3; Poda 2 al año 4 y Poda 3 al año 5

7.2.6 Análisis de Sensibilidad

En las Tablas 62, 63, 64, 65, 66 y 67, se entregan resultados de sensibilidad para la TIR y VNP de las opciones pulpería y alto valor con respecto a variaciones en el precio de los productos, los costos de establecimiento y los costos de caminos, cosecha y transporte. En todos los casos se asume una situación base que incluye la compraventa del terreno, no considera el subsidio a la forestación y mantiene constante el valor de los demás factores de la producción según lo desarrollado en los puntos 2 y 3 de este capítulo.

7.2.6.1 Según Precios

TABLA 62
OPCIÓN PULPABLE (EDAD DE ROTACIÓN 10 AÑOS)
(TIR EN % Y VNP EN M\$/ha)

IMA a los 10 años (m ³ /ha/año)	Precio metro ruma puesto planta (\$/MR ssc), <i>Ceteris paribus</i> *							
	18.000		20.000		22.000		24.000	
	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP
28,3	-2,7	-766,2	0,6	-602,2	3,1	-438,2	5,2	-74,2
48,6	0,3	-615,6	4,4	-334,1	7,5	-52,4	9,9	229,1

* Todo lo demás se mantiene constante de acuerdo a lo desarrollado en los puntos 2 y 3 de este capítulo.

TABLA 63
OPCIÓN DE ALTO VALOR
(EDAD DE ROTACIÓN 20 AÑOS) (TIR EN % Y VNP EN M\$/ha)

IMA a los 20 años (m ³ /ha/año)*	Escenario de Precios de los productos puesto en planta**, <i>Ceteris paribus</i>					
	Precios del pino***		Precios intermedios***		Precios de <i>E. globulus</i> ***	
	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP
28,3	8,7	155,3	11,1	862,2	12,8	1.569,2
47,7	12,0	1.156,9	14,5	2.407,7	16,3	3.658,5

* Con 350 árboles/ha residuales e incluyendo el volumen de los raleos

** Se mantiene el precio del metro ruma en \$22 mil, variando sólo los precios de los rollizos aserrables con nudo y podado.

*** Precios del Pino: 20.000 y \$32.000 por m³ aserrable c/nudo y para chapa; Precio de *E. globulus*: 26.400 y \$66.000 por m³ respectivamente; Precios intermedios: promedio de *P. radiata* y *E. globulus*.

7.2.6.2 Según Costo de Establecimiento²²

TABLA 64
OPCIÓN PULPABLE

IMA a los 10 años (m ³ /ha/año)	Costo establecimiento (\$/ha), <i>Ceteris paribus</i>							
	250.000		350.000		450.000		550.000	
	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP
28,3	5,8	-161,4	4,7	-261,4	3,7	-361,4	2,8	-461,4
48,6	10,5	224,3	9,3	124,3	8,2	24,3	7,3	-75,7

²²Para una misma productividad de sitio se realiza sensibilidad respecto a costos de establecimiento con la finalidad de representar diferentes niveles de intensidad de la silvicultura (habilitación, laboreo de suelo, control de malezas, etc.) según las exigencias particulares del sitio y para representar posibles diferencias de costos según tamaño del productor forestal debido a economías de escala.

TABLA 65
OPCIÓN DE ALTO VALOR

IMA a los 20 años (m ³ /ha/año)	Costo establecimiento (\$/ha), <i>Ceteris paribus</i>							
	250.000		350.000		450.000		550.000	
	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP
28,3	10,2	432	9,6	332,0	9,1	232	8,6	132,0
47,7	13,7	1.433,7	13,0	1.333,7	12,4	1233,7	11,9	1.133,7

* Con 350 árboles/ha residuales e incluyendo el volumen de los raleos

7.2.6.3 Según Costos de Caminos, Cosecha y Transporte

TABLA 66
OPCIÓN PULPABLE

IMA a los 10 años (m ³ /ha/año)	Costo cosecha y transporte (\$/m ³), <i>Ceteris paribus</i>							
	7.000		8.000		9.000		10.000	
	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP
28,3	7,1	-90,6	5,7	-221,7	4,2	-352,9	2,4	-484,1
48,6	12,2	544,5	10,6	319,2	8,8	93,9	6,7	-131,3

TABLA 67
OPCIÓN DE ALTO VALOR

IMA a los 20 años (m ³ /ha/año)	Costo cosecha y transporte (\$/m ³), <i>Ceteris paribus</i>							
	7.000 / 8.500*		8.000 / 9.500*		9.000 / 10.500*		10.000 / 11.500*	
	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP	TIR	VNP
28,3	10,5	583,7	9,8	422,0	9,2	260,3	8,6	98,7
47,7	13,9	1.846,9	13,3	1.586,5	12,5	1.326,2	11,7	1.065,8

* Costo madera pulable / costo rollizos aserrables y podados

7.2.7 Comparación con *E. globulus* y *P. radiata*

7.2.7.1 Manejo pulable *E. globulus*, rotación 10 años.

Los resultados de la Tabla 68 fueron calculados para una plantación de 10 años de *E. globulus* considerando los mismos costos del terreno, establecimiento (misma densidad inicial), mantenimiento, costos unitarios de cosecha y transporte, no obstante se asume un precio puesto planta de \$30 mil por metro ruma ssc y una productividad de sitio de 30 m³/ha/año (equivalente a un IS de 28) evaluada a los 10 años.

TABLA 68
RESULTADOS ANÁLISIS ECONÓMICO OPCIÓN PULPABLE
***E. globulus*, ROTACIÓN 10 AÑOS (TASA 8%)**

Indicador	Unidad	Sin Subsidio		Con Subsidio	
		Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo
VNP	M\$/ha	605,6	290,4	934,9	619,8
VPS	M\$/ha	1.128,1	1.128,1	1.457,5	1.457,5
RS	M\$/ha/año	90,25	90,25	116,6	116,6
TIR	%	16,1	10,4	27,6	14,2
Costo madera en pie	\$/m ³	4.749,0	7.013,0	2.383,0	4.647,0

7.2.7.2 Manejo intensivo *P. radiata*, rotación 25 años.

Los resultados de la Tabla 69, fueron calculados para manejo intensivo de *P. radiata* considerando los siguientes supuestos:

- Costo adquisición del suelo: \$587 mil/ha
- Costos establecimiento: \$328,7 mil/ha (subsidio 270 mil por ha)
- Costo control malezas mantenimiento al año 1: \$40 mil/ha
- Costo podas: \$40 mil por ha cada faena, año 6; 8 y 10.
- Costo raleo a desecho: \$30 mil/ha a los 6 años
- Gastos anuales constantes: \$20 mil/ha
- Volumen raleo comercial: 45 m³/ha de aptitud pulpables a los 12 años
- Edad de rotación: 25 años
- Volumen cosecha final: 198 m³/ha podados; 306 m³/ha aserrable c/nudos y 96 m³/ha pulpables.
- Costo cosecha, caminos y transporte: \$8.800 por m³ (US\$15 por m³)
- Precios puesto planta: \$14 mil el MR; \$20 mil m³ aserrable c/nudos y \$32 mil m³ podado.
- Tasa de descuento 8%.

TABLA 69
RESULTADOS ANÁLISIS ECONÓMICO PARA MANEJO INTENSIVO
***P. radiata*, ROTACIÓN DE 25 AÑOS, PRODUCTIVIDAD A LA EDAD DE COSECHA**
24 m³/ha/AÑO (IS = 30 m; TASA DE DESCUENTO 8%).

Indicador	Unidad	Sin Subsidio		Con Subsidio	
		Sin suelo	Con suelo	Sin suelo	Con suelo
VNP	M\$/ha	443,5	-57,7	713,5	212,2
VPS	M\$/ha	519,4	519,4	835,5	835,5
RS	M\$/ha/año	41,5	41,5	66,8	66,8
TIR	%	10,6	7,8	14,0	8,9

7.2.7.3 Comparación de resultados de rentabilidad

La Figura 27 grafica la TIR de las opciones productivas analizadas, considerando en todos los casos una situación sin subsidio y considerando la compraventa del terreno.

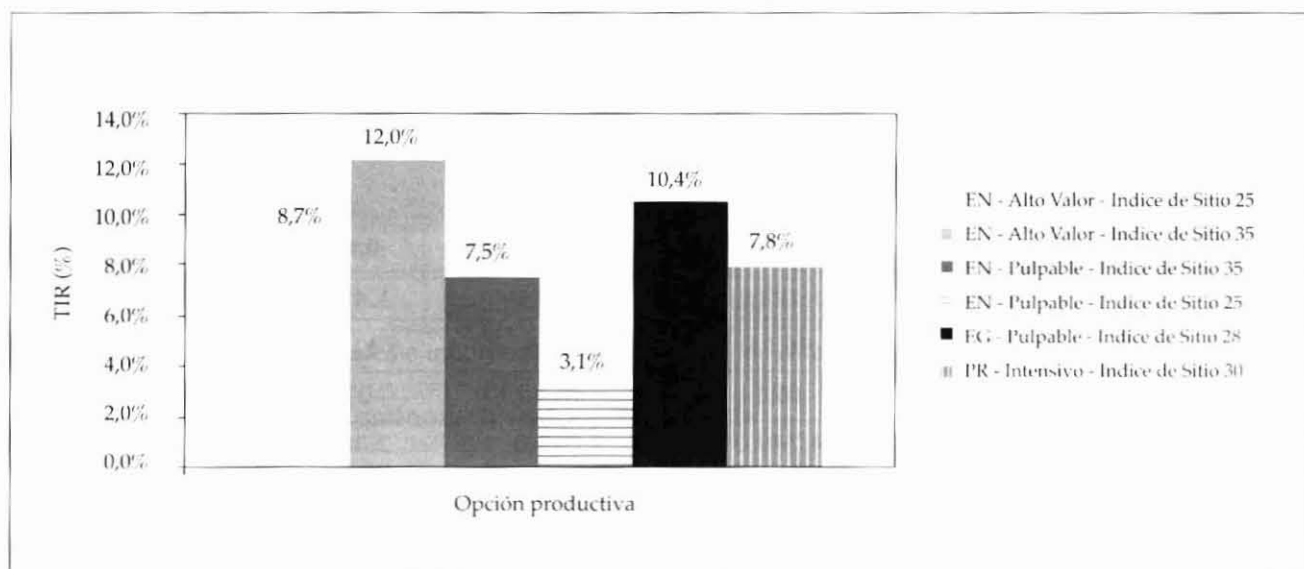


FIGURA 27
TIR OPCIONES PRODUCTIVAS

7.2.8 Conclusiones

En base a los resultados de los análisis expuestos en este capítulo se concluye:

1. Para la opción pulpable con *E. nitens* en un índice de sitio 25 y para una rotación de 10 años, el costo de producción de madera en pie varía desde \$7.441 por m³ (con suelo y sin subsidio) a \$2.528 por m³ (sin suelo y con subsidio), según se incluya o no en el análisis el costo del terreno y el subsidio a la forestación. Los resultados para el IS de 35 varían desde \$4.333 por m³ (con suelo y sin subsidio) a \$1.472 por m³ (sin suelo y con subsidio). A mayor productividad de sitio menores los costos de producción de madera en pie. Para la opción de alto valor, el costo de producción de madera en pie, para una rotación de 20 años fluctuó entre los \$10.459 por m³ (con suelo y sin subsidio) y \$2.362 por m³ (sin suelo y con subsidio), para IS 25, según se incluya o no en el análisis el costo del terreno y el subsidio a la forestación. Los costos de madera en pie para índice de sitio 35 fluctúan entre 2.682 y \$775 por m³. En esta opción productiva, los ingresos netos de los raleos financian en parte el costo de producción de la madera a la edad de cosecha.

2. La opción pulpable con *E. nitens* en un índice de sitio 25 registró una rentabilidad anual promedio en el rango de 3,1 al 14,5%, según se incluya o no en el análisis el costo del terreno y el subsidio a la forestación. Los resultados para el IS 35 fueron de 7,5 a 21,9%. Dichas rentabilidades, expresadas como Valor Neto Presente fueron de M\$-438 por ha a M\$206,2 por ha para IS 25 y de M\$-52,4 por ha a M\$592 por ha para IS 35. En función de esto se puede concluir que la opción pulpable en IS 25 sólo es viable económicamente si no se considera el costo de oportunidad del suelo y se incluye el subsidio a la forestación, situación que registra una TIR de 14,5% (por ejemplo un pequeño propietario forestal), de lo contrario registra una rentabilidad anual promedio inferior al costo de oportunidad del capital (8%). El mismo análisis para IS 35 indica que la opción pulpable es rentable en todas las condiciones analizadas, excepto cuando se considera el costo del suelo y no se accede a subsidio (7,5% de TIR). En este escenario (sin considerar el subsidio a la forestación y considerando el costo de uso del suelo en el análisis), la opción pulpable con *E. nitens* sólo sería rentable en sitios de alta productividad, si estos se encuentran cercanos a los centros de demanda y cuando los costos de establecimiento y/o cosecha son minimizados o cuando el productor logra mejores precios (más de US\$ 23,4 por m³ ssc.).

3. La opción de alto valor con *E. nitens*, evaluada a los precios de *P. radiata* (escenario conservador), registró una rentabilidad anual promedio en el rango de 8,7 a 17,2% en un índice de sitio 25, según se incluya o no en el análisis el costo del terreno y el subsidio a la forestación. Los resultados para el IS 35 fueron de 12,0 a 21,8%. Dichas rentabilidades, expresadas como Valor Neto Presente fueron

de 155,4 a M\$945,7 por ha para IS 25 y de 1.157 a M\$1,947 por ha para IS 35. En función de esto se puede concluir que la opción de alto valor es rentable en todas las condiciones evaluadas.

4. Al comparar los resultados de VPS de ambas opciones, se logra identificar que el cambio de objetivo productivo pulpable a alto valor, se traduce en un aumento del VPS de 1 y \$MM1,5 más por cada ha, para IS 25 y 35, respectivamente, montos que expresados como renta anual equivalen a 81 y M\$125,7 por ha/año adicionales a perpetuidad.

5. La opción de alto valor con *E. nitens* en ambos sitios registra una TIR superior al manejo intensivo de *P. radiata*.

6. Al compararlo con la opción pulpable de *E. globulus*, este último evaluado para una rotación de 10 años con una productividad de 30 m³/ha/año, la opción de alto valor con *E. nitens* es superior sólo en sitios de alta productividad, lo que significa que podría competir con esta especie por el uso del suelo, en especial en la zona de crecimiento Sur del país.

7. La opción de alto valor representa una alternativa de inversión forestal con alta rentabilidad, en especial en sitios de media y alta productividad, sin embargo por el lado de la silvicultura requiere de la ejecución de podas oportunas y bien ejecutadas y de 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 trozas podadas. Por el lado del mercado debe existir una demanda industrial de este tipo de madera, que esté dispuesta a pagar al menos los mismos precios que *P. radiata* para las trozas de aptitud aserrable y para chapas.

7.2 REFERENCIAS

7.3.1 Mercado del *Eucalyptus*

Aracruz Productos de Madera S.A. 2003. Lyptus, Madera Noble de Futuro. Recomendaciones Técnicas de Uso. Posto da Mata, Brasil. 18p.

Aracruz Productos de Madera. <http://www.lyptus.com.br/>

Aracruz, Executive summary

http://www.aracruz.com.br/eng/e_ra_anteriores/e_sum972.htm

http://www.aracruz.com.br/port/ra_anteriores/sum972.htm

Argentine Forest Visit. <http://www.latco.org/flynn/arg.htm>

AUSTIN, S. 2000. The Growth And Utilisation Of Plantation Eucalypts Within Eastern South America Challenges And Opportunities For The Australian Hardwood Forest. Industry. Gottstein Fellowship Report. 53p. www.gottsteintrust.org/media/saustin.pdf

Avaliação de Recertificação do Manejo Florestal das Plantações Florestais da Eucatex S.A. Ind. E Com. nas Regiões de Salto, Botucatu e Buri no Estado de São Paulo – Brasil Conduzido Conforme os Preceitos do Programa de Conservação Florestal da SCS.

http://www.scs1.com/pdfs/eucatex5yr_port.pdf

Bureau of Rural Sciencies BRS, 2002. National Forest Inventory 2002. National Plantation Inventory Tabular Report. Canberra, Australia, 8p.

Certificação Florestal. http://www.ecosolidariedade.com.br/por/cert_florestal.htm

www.espectador.com

Donnelly, R.; Flynn, R.; Shield, E. 2003. The Global Eucalyptus Wood Products Industry. A Progress Report on Achieving Higher Value Utilization. Brochure, Washington, USA 4p.

***Eucalyptus* as a raw material for plywood and LVL, 2004.**

<http://www.rautewood.com/>

FAO, 2000. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000. Roma, Italia, en CD-ROM.

FAO, 2002. Perspectivas Mundiales del Suministro Futuro de Madera Procedente de Plantaciones Forestales. Documento de Trabajo GFPOS/WP/03. Roma, Italia, 163p.

FAO, 2003. Anuario Productos Forestales 2002. Roma, Italia 445p.

Flynn, R.; Shield, E. 1999. Progress in Higher Value Utilization. A Global Review, Washington, USA. 212p.

Forestadora Tapebicúa. <http://www.tapebicua.com.ar/index1.htm>

Forest Division. ENCE. <http://www.ence.es/english/empresarial/dfeufores.html>

Informe Trimestral Ence. www.ence.es/pdfs/rep1T01.pdf

Instituto Forestal, 1995 a 2003. Boletín de Precios Forestales, serie bimensual, Santiago, Chile. 22p.

Instituto Forestal, 2002. Disponibilidad de Madera Pulpable de Eucalipto en Chile 2001-2018. Informe Técnico 163. Valdivia, Chile, 30p.

Instituto Forestal, 2003a. Exportaciones Forestales Chilenas 2002, boletín estadístico 86, Santiago, Chile, 135p.

Instituto Forestal, 2003b. Estadísticas Forestales 2002, Boletín Estadístico 88, Santiago, Chile, 149p.

Instituto Forestal, 2003c. Estudio de Mercado para Canelo en Europa. En prensa. Valdivia, Chile.

Plantaciones ya Certificadas por el FSC. <http://www.wrm.org.uy/boletin/FSC/certificadas.html>

Productos de Madera Aserrada. ENCE. <http://www.ence.es/comercial/madAse.html>

Qualifor. Forest Management Reports. <http://www.qualifor.com/main/fmr.htm>

www.tinwor.com.uy

<http://www.fool.com/Industry/Paper/1997/Paper970328.htm>

SMARTWOOD. <http://www.smartwood.org/reports/index.html>

Sociedades de Investiaçes Florestais, 2003. Actas de II MADETEC, Seminario de Productos Sólidos de Madeira de Eucalipto. Minas Gerais, Brasil. 213p.

Wood Resources International, 2002. http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3155

7.3.2 Economía de la Producción de *Eucalyptus nitens* en Chile

Alvarez, J.; Sandoval, E. 1999. Silvicultura Integrada en *Eucalyptus nitens* Maiden. In: XII Silvotecna. Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile. pp. 23-44

Cabrera, J. 2003. Mercado de *Eucalyptus nitens*. Presentación Seminario Forestal "Situación Actual y Proyecciones de *Eucalyptus nitens* para el Sur de Chile. Valdivia, Agosto.

Candy, S.; Gerrand, A. 1997. Comparison of Financial Returns from Sawlog Regimes for *Eucalyptus nitens* plantations in Tasmania. *Tasforests*, 9: (35-50).

Cerda, A.; Estay, C.; Le Roy, A.; Lira, V.; Valenzuela, A. 2002. Análisis de Sustentabilidad Forestal en Chile: 1985-2000. http://www.certfor.org/documentos/Sustentabilidad_Forestal_Resumen.pdf

Corporacion Nacional Forestal. Conaf. 2003. Tabla de Costos Temporada 2004.

Chacon, I.; Neuenschwander, R. 1991. Valorización de Rodales Coetáneos. Análisis y Discusión de los Métodos Existentes. *Ciencia e Investigación Forestal*. 5(2): 267-277.

Chang, J. 1984. Determination of the Optimal Forest Rotation Age: A Theoretical Analysis. *Forest Ecology and Management* 8:137-147.

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>

Gayoso, J.; Muñoz, R. 1997. Manual Assess. Versión 2.2 proyecto "Certificación del manejo forestal en las Regiones Octava, Décima y Duodécima" entre INFOR y UACH. 31p.

Gerrand, A.; Neilsen, W.; Medhurst, J. 1997. Thinning and Pruning Eucalypt Plantations for Sawlog Production in Tasmania. *Tasforests*, 9: (15-34).

Instituto Forestal, 1998. Monografía *Eucalyptus regnans*. Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional. 89p.

Instituto Forestal, 2000a. Exportaciones Forestales Chilenas. Diciembre 1999. Boletín Estadístico 72. 171p.

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

- Instituto Forestal, 2000c.** Boletín de Precio Forestales, Diciembre de 1999. N°76. 20p.
- Instituto Forestal, 2001a.** Boletín de Precio Forestales, Diciembre de 2000. Boletín Estadístico N°76. 101p.
- Instituto Forestal, 2001b.** Monografía *Acacia saligna*. Diversificación de Alternativas de Producción Forestal y Agroforestal para Pequeños Propietarios del Secano. 120p.
- Instituto Forestal, 2002a.** Boletín de precios forestales. Diciembre 2001. N° 89. 20p
- Instituto Forestal, 2002b.** Exportaciones Forestales Chilenas. Diciembre 2001. Boletín Estadístico 80. 125p.
- Instituto Forestal, 2003a.** Boletín de precios forestales. Diciembre 2002. N°95. 20p.
- Instituto Forestal, 2003b.** Boletín de precios forestales. N°101. Diciembre 2003. 22p.
- Instituto Forestal, 2003c.** Exportaciones Forestales Chilenas. Diciembre 2002. Boletín Estadístico 86. 135p.
- Instituto Forestal, 2003d.** Exportaciones Forestales Chilenas. Marzo 2003. 86p.
- Jobet, J. 1999.** Estudio del Efecto del Espaciamiento Inicial sobre el Crecimiento y Rendimiento de *Eucalyptus nitens* Plantado en Suelo Trumao. In: XII Silvotecna. Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile. pp. 45-70.
- Klemperer, D. 1996.** Forest Resource Economics and Finance. McGraw-Hill. 551p.
- Ludwig, G. 2003.** Experiencia en Manejo Intensivo de *Eucalyptus nitens*: Una Apuesta a la Producción Múltiple. Presentación Seminario Forestal "Situación Actual y Proyecciones de *Eucalyptus nitens* para el Sur de Chile. Valdivia, Agosto.
- Peñaloza W., R. 2003.** Recommendations on the Silvicultural Techniques of Plantation Establishment to Ensure a Productive Plantation Management. (An approach to the Chilean models). Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales Universidad Austral de Chile.
- Peredo, M. 1999.** Aptitud Pulpable de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus regnans* Cultivados en Chile. In: XII Silvotecna. Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile. pp. 323-342.
- Raga, F. 1999.** Perspectivas Futuras para Eucalipto en Chile. In: XII Silvotecna. Realidad y Potencial del Eucalipto en Chile. pp. 391-438.
- Sotomayor, A.; Helmke, E.; Garcia, E. 2002.** Manejo y Mantenimiento de Plantaciones Forestales. *Pinus radiata* y *Eucalyptus* spp. 51p.
- 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.

ANEXO 1

ÁREAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *E. nitens* EN LA IX REGIÓN, POR PROVINCIA Y COMUNA

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha)	%
PROVINCIA DE CAUTÍN	426.522,2	94,1
PROVINCIA DE MALLECO	26.651,4	5,9
TOTAL	453.173,6	100,0

USO DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	%
MATORRAL PRADERA ABIERTO	1.665,6	0,4
MATORRAL PRADERA SEMIDENSO	12,2	0,0
PRADERAS ANUALES	353,4	0,1
PRADERAS PERENNES	185.091,4	40,8
ROTACIÓN CULTIVO-PRADERA	264.904,3	58,5
TERRENOS DE USO AGRÍCOLA	1.146,7	0,3
TOTAL	453.173,6	100,0

COMUNA	SUPERFICIE (ha)	%
COLLIPILLI	16.421,8	3,6
CUNCO	50.679,0	11,2
ERCILLA	3.791,5	0,8
FREIRE	75.528,5	16,7
GALVARINO	1.438,4	0,3
GORBEA	27.446,4	6,1
LAUTARO	30.378,9	6,7
LONCOCHE	29.107,6	6,4
NUEVA IMPERIAL	4.513,8	1,0
PERQUENCO	7.015,6	1,5
PITRUFQUÉN	41.300,8	9,1
PUCÓN	204,6	0,0
TEMUCO	43.341,6	9,6
TEODORO SCHMIDT	12.289,5	2,7
TOLTÉN	64,1	0,0
TRAGUÉN	1.281,0	0,3
VICTORIA	5.157,1	1,1
VILCÚN	51.738,0	11,4
VILLARICA	51.475,4	11,4
TOTAL	453.173,6	100,0

ANEXO 2

ÁREAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *E. nitens* EN LA X REGIÓN, POR PROVINCIA Y COMUNA

PROVINCIA	SUPERFICIE (ha)	%
LLANQUIHUE	11.638,5	5,5
OSORNO	43.989,6	20,9
VALDIVIA	154.869,9	73,6
TOTAL	210.498,1	100,0

USO DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	%
MATORRAL PRADERA ABIERTO	2.254,5	1,1
MATORRAL PRADERA SEMIDENSO	2.540,3	1,2
PRADERAS PERENNES	204.509,2	97,2
ROTACIÓN CULTIVO-PRADERA	1.067,7	0,5
TERRENOS DE USO AGRÍCOLA	126,3	0,1
TOTAL	210.498,1	100,0

COMUNA	SUPERFICIE (ha)	%
FUTRONO	17.904,9	8,5
LA UNIÓN	1.177,1	0,6
LAGO RANCO	7.302,7	3,5
LANCO	10.062,1	4,8
LOS LAGOS	26.379,1	12,5
MAFIL	383,0	0,2
MARIQUINA	353,2	0,2
PAILLACO	4.958,8	2,4
PANGUIPULLI	48.267,9	22,9
PUERTO MONTT	983,8	0,5
PUERTO OCTAY	22.836,8	10,8
PUERTO VARAS	10.654,7	5,1
PUYEHUE	21.152,8	10,0
RÍO BUENO	38.081,2	18,1
TOTAL	210.498,1	100,0

ANEXO N°3


**Tabla de crecimiento y rendimiento para
Eucalyptus nitens (VIII a X Región)**
Versión 3.2 – Diciembre 2001

Edad :	10	(3 - 20)									
Hd :	24	IS =	24,0	Altura media de los 100 árboles más gruesos, a los 10 años (10-35)							
G :	32	G - est =	34,5								
N :	1667										

Edad (años)	Hd (m)	G (m2/ha)	V (m3/ha)	N (arb/ha)	Dcm (cm)	Ica Hd	Ima Hd	Ica G	Ima G	Ica V	Ima V
3	5,9	3,4	9,5	1799	4,9		2,0		1,1		3,2
4	8,5	7,5	24,4	1772	7,3	2,6	2,1	4,1	1,9	15,0	6,1
5	11,1	12,0	47,2	1750	9,4	2,6	2,2	4,5	2,4	22,8	9,4
6	13,8	16,5	77,0	1730	11,0	2,7	2,3	4,5	2,8	29,7	12,8
7	16,4	20,8	112,4	1713	12,4	2,6	2,3	4,3	3,0	35,5	16,1
8	19,0	24,9	152,4	1696	13,7	2,6	2,4	4,0	3,1	40,0	19,1
9	21,6	28,6	196,0	1681	14,7	2,5	2,4	3,7	3,2	43,5	21,8
10	24,0	32,0	242,2	1667	15,6	2,4	2,4	3,4	3,2	46,2	24,2
11	26,4	35,2	290,4	1653	16,5	2,4	2,4	3,2	3,2	48,2	26,4
12	28,6	38,1	339,9	1640	17,2	2,3	2,4	2,9	3,2	49,5	28,3
13	30,8	40,8	390,3	1628	17,9	2,2	2,4	2,7	3,1	50,4	30,0
14	32,9	43,4	441,2	1616	18,5	2,1	2,3	2,6	3,1	50,9	31,5
15	34,9	45,8	492,1	1604	19,1	2,0	2,3	2,4	3,1	51,0	32,8
16	36,7	48,0	543,0	1593	19,6	1,9	2,3	2,2	3,0	50,8	33,9
17	38,5	50,2	593,4	1582	20,1	1,8	2,3	2,1	3,0	50,5	34,9
18	40,2	52,2	643,3	1571	20,6	1,7	2,2	2,0	2,9	49,9	35,7
19	41,9	54,1	692,5	1561	21,0	1,6	2,2	1,9	2,8	49,2	36,4
20	43,4	55,9	740,8	1550	21,4	1,5	2,2	1,8	2,8	48,3	37,0

Edad :	10	(3 - 20)	IS =	15,0	Altura media de los 100 árboles más gruesos, a los 10 años (10-35)						
Hd :	15		G - est =	21,5							
G :	32										
N :	1667										

Edad (años)	Hd (m)	G (m2/ha)	V (m3/ha)	N (arb/ha)	Dcm (cm)	Ica Hd	Ima Hd	Ica G	Ima G	Ica V	Ima V
3	3,3	3,8	7,9	1799	5,2		1,1		1,3		2,6
4	4,9	8,0	18,1	1772	7,6	1,5	1,2	4,2	2,0	10,2	4,5
5	6,5	12,7	32,8	1750	9,6	1,6	1,3	4,6	2,5	14,7	6,6
6	8,2	17,2	51,6	1730	11,2	1,7	1,4	4,5	2,9	18,8	8,6
7	9,9	21,4	74,0	1713	12,6	1,7	1,4	4,2	3,1	22,3	10,6
8	11,6	25,2	99,3	1696	13,8	1,7	1,4	3,9	3,2	25,3	12,4
9	13,3	28,8	127,1	1681	14,8	1,7	1,5	3,5	3,2	27,8	14,1
10	15,0	32,0	156,9	1667	15,6	1,7	1,5	3,2	3,2	29,8	15,7
11	16,7	34,9	188,3	1653	16,4	1,7	1,5	2,9	3,2	31,5	17,1
12	18,4	37,6	221,1	1640	17,1	1,7	1,5	2,7	3,1	32,8	18,4
13	20,0	40,1	254,9	1628	17,7	1,6	1,5	2,5	3,1	33,8	19,6
14	21,6	42,4	289,6	1616	18,3	1,6	1,5	2,3	3,0	34,7	20,7
15	23,2	44,6	324,9	1604	18,8	1,6	1,5	2,1	3,0	35,3	21,7
16	24,8	46,6	360,6	1593	19,3	1,6	1,5	2,0	2,9	35,7	22,5
17	26,3	48,4	396,6	1582	19,7	1,5	1,5	1,9	2,8	36,0	23,3
18	27,8	50,2	432,8	1571	20,2	1,5	1,5	1,8	2,8	36,2	24,0
19	29,2	51,9	469,1	1561	20,6	1,4	1,5	1,7	2,7	36,3	24,7
20	30,6	53,4	505,3	1550	21,0	1,4	1,5	1,6	2,7	36,2	25,3

Edad : 10 (3 - 20)
 Hd : 20 IS = 20,0 Altura media de los 100 árboles más gruesos, a los 10 años (10-35)
 G : 32 G - est = 28,7
 N : 1667

Edad (años)	Hd (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	N (arb/ha)	Dcm (cm)	Ica Hd	Ima Hd	Ica G	Ima G	Ica V	Ima V
3	4,7	3,6	8,6	1799	5,0		1,6		1,2		2,9
4	6,8	7,7	21,4	1772	7,5	2,1	1,7	4,1	1,9	12,8	5,3
5	9,0	12,3	40,5	1750	9,5	2,2	1,8	4,6	2,5	19,2	8,1
6	11,2	16,8	65,4	1730	11,1	2,2	1,9	4,5	2,8	24,8	10,9
7	13,5	21,1	94,9	1713	12,5	2,2	1,9	4,3	3,0	29,6	13,6
8	15,7	25,0	128,4	1696	13,7	2,2	2,0	3,9	3,1	33,5	16,1
9	17,9	28,7	165,0	1681	14,7	2,2	2,0	3,6	3,2	36,6	18,3
10	20,0	32,0	204,1	1667	15,6	2,1	2,0	3,3	3,2	39,0	20,4
11	22,1	35,1	245,0	1653	16,4	2,1	2,0	3,1	3,2	40,9	22,3
12	24,1	37,9	287,4	1640	17,2	2,0	2,0	2,8	3,2	42,3	23,9
13	26,1	40,5	330,7	1628	17,8	2,0	2,0	2,6	3,1	43,4	25,4
14	28,0	43,0	374,8	1616	18,4	1,9	2,0	2,4	3,1	44,1	26,8
15	29,9	45,3	419,3	1604	19,0	1,8	2,0	2,3	3,0	44,5	28,0
16	31,7	47,4	463,9	1593	19,5	1,8	2,0	2,1	3,0	44,7	29,0
17	33,4	49,4	508,6	1582	19,9	1,7	2,0	2,0	2,9	44,6	29,9
18	35,0	51,3	553,0	1571	20,4	1,6	1,9	1,9	2,9	44,5	30,7
19	36,6	53,1	597,2	1561	20,8	1,6	1,9	1,8	2,8	44,1	31,4
20	38,1	54,8	640,9	1550	21,2	1,5	1,9	1,7	2,7	43,7	32,0

Edad : 10 (3 - 20)
 Hd : 10 IS = 10,0 Altura media de los 100 árboles más gruesos, a los 10 años (10-35)
 G : 32 G - est = 14,2
 N : 1667

Edad (años)	Hd (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	N (arb/ha)	Dcm (cm)	Ica Hd	Ima Hd	Ica G	Ima G	Ica V	Ima V
3	2,1	4,0	8,0	1799	5,3		0,7		1,3		2,7
4	3,1	8,3	16,1	1772	7,7	1,0	0,8	4,3	2,1	8,1	4,0
5	4,2	13,0	26,6	1750	9,7	1,1	0,8	4,7	2,6	10,6	5,3
6	5,3	17,5	39,6	1730	11,3	1,1	0,9	4,5	2,9	12,9	6,6
7	6,4	21,7	54,7	1713	12,7	1,1	0,9	4,2	3,1	15,1	7,8
8	7,6	25,5	71,8	1696	13,8	1,2	0,9	3,8	3,2	17,1	9,0
9	8,8	28,9	90,6	1681	14,8	1,2	1,0	3,4	3,2	18,8	10,1
10	10,0	32,0	110,8	1667	15,6	1,2	1,0	3,1	3,2	20,2	11,1
11	11,2	34,8	132,3	1653	16,4	1,2	1,0	2,8	3,2	21,5	12,0
12	12,4	37,4	154,9	1640	17,0	1,2	1,0	2,6	3,1	22,6	12,9
13	13,6	39,7	178,3	1628	17,6	1,2	1,0	2,3	3,1	23,5	13,7
14	14,9	41,9	202,5	1616	18,2	1,2	1,1	2,2	3,0	24,2	14,5
15	16,1	43,9	227,4	1604	18,7	1,2	1,1	2,0	2,9	24,9	15,2
16	17,3	45,7	252,8	1593	19,1	1,2	1,1	1,9	2,9	25,4	15,8
17	18,4	47,5	278,6	1582	19,5	1,2	1,1	1,7	2,8	25,8	16,4
18	19,6	49,1	304,8	1571	19,9	1,2	1,1	1,6	2,7	26,2	16,9
19	20,8	50,6	331,3	1561	20,3	1,2	1,1	1,5	2,7	26,5	17,4
20	21,9	52,0	358,0	1550	20,7	1,1	1,1	1,4	2,6	26,7	17,9



INFOR
Instituto Forestal



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA



GOBIERNO DE CHILE
CORFO