

Eucalyptus nitens en Chile: **Primera Monografía**



0006292

INFORME TÉCNICO N° 165



INFOR
Instituto Forestal



GOBIERNO DE CHILE
CORFO

Registro de propiedad intelectual N° 140.040
Santiago de Chile, 2004

Impreso en Imprenta Austral (063) 242229



INFOR

***Eucalyptus nitens* en Chile: Primera Monografía**

INFORME TÉCNICO N° 165

Responsable INFOR módulo plataforma información:
Juan Carlos Pinilla S.

Director Proyecto INFOR:
Jorge Cabrera P.

Investigadores INFOR:
María Paz Molina B.
Braulio Gutiérrez C.
Patricio Alzugaray O.
Patricio Parra S.
Juan Carlos Valencia B.
Jorge Cabrera P.
Claudia Vergara C.
Gonzalo Hernández C.

Coordinador INFOR:
Juan Carlos Valencia B.

Editor INFOR:
José Antonio Prado D.

Ayudante edición INFOR:
Francisco Halabi L.



Valdivia. Junio, 2004



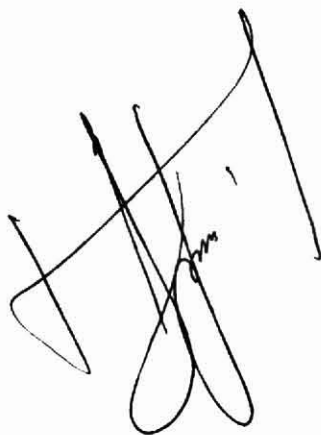
PRÓLOGO

El *Eucalyptus nitens* presenta una excelente adaptación y desarrollo en Chile, demostrando ser la especie de más rápido crecimiento que se ha establecido en nuestro país. Esto ha llevado a propietarios forestales a realizar extensas plantaciones, que hoy sobrepasan las 140.000 hectáreas, especialmente, en áreas donde otras especies de rápido crecimiento se ven limitadas por las bajas temperaturas. El objetivo de estas plantaciones es la producción de madera para pulpa en rotaciones cortas. Con el correr del tiempo, las condiciones de mercado indican que la plantación con este solo objetivo no resulta ser un negocio atractivo para el forestador. Ante esta situación y considerando el potencial de crecimiento que presenta, se ha comenzado a estudiar la opción de obtención de madera de alto valor, lo que, de acuerdo a experiencias extranjeras y a los primeros estudios realizados es factible y aparentemente mucho más rentable.

Por esta razón, el Instituto de Investigación Forestal de Chile, INFOR, creó una nueva línea de investigación cuyo objetivo es aumentar las plantaciones destinadas a producir madera de alto valor, como una forma de aprovechar el potencial económico, social y ambiental que ofrece esta especie. La primera investigación económica e industrial en esta línea se logró mediante el Proyecto "Desarrollo de Opciones Productivas de Mayor Valor para Plantaciones de *Eucalyptus nitens* en Chile", que fue financiado principalmente por FDI/CORFO con la colaboración de varias empresas, a partir del cual se origina la presente publicación.

Esta Primera Monografía del *E. nitens* tiene una función netamente informativa, dando a conocer las principales características de la especie y su madera, además de algunos aspectos relacionados al mercado, información que se ha tomado de varias fuentes nacionales e internacionales. El Instituto de Investigación Forestal de Chile concreta, una vez más, a través de esta nueva publicación, un aporte al desarrollo del sector forestal chileno, esta vez, recogiendo el conocimiento disponible de una especie relativamente nueva en nuestro medio, pero que tiene las condiciones para convertirse en uno de los pilares del desarrollo forestal en las regiones IX y X.

Esta Monografía estuvo a cargo de los siguientes Ingenieros Forestales: la dirección y edición es de Jorge Cabrera M.Sc., Juan Carlos Pinilla, José Antonio Prado M.Sc., y Juan Carlos Valencia. Los autores de los capítulos están individualizados en el texto principal y corresponden a especialistas del INFOR. La secretaría técnica editorial para la coordinación y diseño final correspondió a Francisco Halabí. A todos ellos nuestro más profundo reconocimiento.



Dr. Roberto Ipinza
Director Ejecutivo de INFOR

INDICE

CAPITULO I

ANTECEDENTES GENERALES DE *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden

1.1	LA ESPECIE	01
1.2	LA ESPECIE EN CHILE	01
1.3	OFERTA DE <i>E. nitens</i>	03
1.4	ÁREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO <i>E. nitens</i> EN LA IX Y X REGIÓN	04
1.4.1	Estudio de Áreas Potenciales	04
1.4.2	Resultados	04
1.5	REFERENCIAS	06

CAPITULO II

SELECCIÓN DE PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden PARA CHILE.

2.1	INTRODUCCIÓN	07
2.2	INTRODUCCIÓN DE <i>Eucalyptus nitens</i> EN CHILE	07
2.3	ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE <i>Eucalyptus nitens</i> EN CHILE	08
2.4	ENSAYOS DE PROCEDENCIAS Y PROGENIES DE <i>Eucalyptus nitens</i> EN CHILE	10
2.5	DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE LA 1ª COLECCIÓN (1990-1992)	11
2.6	DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE 2ª COLECCIÓN (1996)	17
2.7	CONCLUSIONES	23
2.8	AGRADECIMIENTO	24
2.9	REFERENCIAS	25

CAPITULO III

PROPAGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *Eucalyptus nitens* (Dean. & Maiden) Maiden

3.1	INTRODUCCIÓN	27
3.2	PROPAGACIÓN POR SEMILLAS	28
3.2.1	Abastecimiento de Semillas	28
3.2.2	Tratamientos Pregerminativos	29
3.2.3	Viverización	30
3.2.3.1	Sustratos y Contenedores	30
3.2.3.2	Siembra	31
3.2.3.3	Manejo	32
3.2.3.4	Calidad de las Plantas	34
3.3	PROPAGACIÓN VEGETATIVA	34
3.3.1	Macropropagación	34

3.3.2	Micropropagación	35
3.3.2.1	Desinfección y Establecimiento	35
3.3.2.2	Inducción de Brotes	36
3.3.2.3	Enraizamiento	36
3.3.2.4	Endurecimiento o Aclimatación	37
3.4	CULTIVO HIDROPÓNICO	37
3.5	CONCLUSIONES	38
3.6	REFERENCIAS	39

CAPITULO IV

MANEJO Y RENDIMIENTO DE PLANTACIONES

4.1	ESQUEMAS DE MANEJO UTILIZADOS EN <i>E. nitens</i> EN CHILE Y EN OTROS PAÍSES	41
4.1.1	Antecedentes generales	41
4.1.2	Espaciamento inicial	42
4.1.3	Raleos y Podas (Esquemas de manejo)	43
4.1.4	Experiencia Australiana en el manejo de <i>E. nitens</i> con objetivos aserrables	44
4.1.5	Antecedentes de manejo para productos de alto valor de <i>Eucalyptus</i> spp. en Sudáfrica y Nueva Zelanda	46
4.1.6	Manejo de Eucalipto en Brasil	46
4.2	MANEJO DE BOSQUES EN MONTE BAJO	49
4.3	CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE <i>E. nitens</i>	50
4.3.1	Crecimiento y Rendimiento observados en Chile	50
4.3.2	Modelos de crecimiento y rendimiento	51
4.3.2.1	Modelo de altura (sitio): Modelo de Richard (1959):	52
4.3.2.2	Modelo de área basal: Modelo de crecimiento de Cluter et al. (1983):	54
4.3.2.3	Modelo de rendimiento en A. basal dependiente de la edad y densidad desarrollado por INFOR:	54
4.3.2.4	Modelo de densidad: Modelo desarrollado por INFOR dependiente de la densidad del período anterior y de la edad:	55
4.3.2.5	Modelo de Volumen total por hectárea: Modelo desarrollado por INFOR	55
4.3.3	Herramientas de predicción	56
4.3.4	Funciones de volumen y ahusamiento para <i>E. nitens</i>	56
4.3.4.1	Modelo de volumen	57
4.3.4.2	Modelo de ahusamiento	58
4.3.4.3	Modelo parametrizado de altura	58
4.4	REFERENCIAS	59

CAPITULO V

ENFERMEDADES Y PLAGAS *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden

5.1	INTRODUCCIÓN	63
5.2	PRINCIPALES ENFERMEDADES EN <i>Eucalyptus nitens</i>	63
5.2.1	Enfermedades causadas por hongos	63
5.2.1.1	Hongos asociados a semillas	63
5.2.1.2	Enfermedades del follaje	64

5.2.1.3	Cancros en el tallo	66
5.2.1.4	Enfermedades de las raíces	67
5.2.2	Enfermedades causadas por agentes no infecciosos	67
5.2.2.1	Temperaturas extremas	67
5.2.2.2	Humedades extremas	69
5.2.2.3	Viento	69
5.2.2.4	Malezas	69
5.2.2.5	Limitantes de suelo	69
5.2.2.6	Nieve	70
5.3	INSECTOS DAÑINOS ASOCIADOS A <i>Eucalyptus nitens</i>	70
5.3.1	Insectos Defoliadores	70
5.3.2	Insectos succionadores	71
5.3.3	Insectos Taladradores	73
5.4	CONCLUSIONES	75
5.5	REFERENCIAS	76
 CAPITULO VI. PROPIEDADES Y UTILIZACION DE LA MADERA.		
6.1	ANTECEDENTES GENERALES	81
6.2	ASPECTOS GENERALES SOBRE LA MADERA DE <i>Eucalyptus nitens</i>	82
6.2.1	Color	82
6.2.2	Tensiones de crecimiento	82
6.2.3	Duramen	83
6.2.4	Quino y bolsas de resina	83
6.2.5	Decoloración	83
6.3	PROPIEDADES BÁSICAS	83
6.3.1	Características anatómicas	83
6.3.2	Densidad	84
6.3.3	Contenido de humedad	85
6.3.4	Contracción	85
6.3.5	Composición química de la madera	86
6.4	PROPIEDADES MECÁNICAS	87
6.5	UTILIZACIÓN	91
6.5.1	Producción de pulpa	91
6.5.2	Madera aserrada	94
6.5.2.1	Aserrío	94
6.5.2.2	Secado	96
6.5.3	Madera elaborada	97
6.5.4	Chapas y tableros	98
6.5.5	Madera impregnada	98
6.5.6	Producción de energía	99
6.5.7	Otros usos	99
6.6	REFERENCIAS	100

CAPITULO VII.- ECONOMÍA Y MERCADO

7.1	MERCADO DEL <i>Eucalyptus</i>	103
7.1.1	Oferta de Recursos de <i>Eucalyptus</i> en el Mundo	103
7.1.2	Oferta de <i>Eucalyptus</i> en Chile	104
7.1.3	Abastecimiento Industrial con <i>Eucalyptus</i>	108
7.1.4	Características Generales del Mercado del Eucalipto	109
7.1.4.1	Precios	109
7.1.4.2	Referencias de Precios	110
7.1.4.3	Precios en Países Productores de <i>Eucalyptus</i> (por m ³)	110
7.1.5	Productos y Procesos	112
7.1.6	Demanda	113
7.1.6.1	Oportunidad para Sustituir Maderas Duras Tropicales	113
7.1.6.2	El mercado de los pisos de maderas duras	114
7.1.7	Plazas de mercado	114
7.1.7.1	Ambas Regiones	114
7.1.7.2	El Mercado de la Madera en EE.UU.	115
7.1.7.3	El Mercado Europeo	116
7.2	ECONOMÍA DE LA PRODUCCIÓN DE <i>Eucalyptus nitens</i> EN CHILE	118
7.2.1	Antecedentes sobre Costos e Ingresos	120
7.2.2	Opciones Productivas Evaluadas para <i>E. nitens</i>	120
7.2.3	Costos de Producción	121
7.2.3.1	Adquisición del terreno:	121
7.2.3.2	Establecimiento.	122
7.2.3.3	Subsidio a la forestación:	123
7.2.3.4	Intervenciones Silvícolas Intermedias	124
7.2.3.5	Mantenimiento, Administración y Protección.	124
7.2.3.6	Caminos, Cosecha y Transporte:	124
7.2.4	Determinantes del Ingreso	125
7.2.4.1	Rendimientos:	126
7.2.4.2	Precios.	126
7.2.5	Análisis Económico	127
7.2.5.1	Indicadores Económicos Estudiados	127
7.2.5.2	Resultados Según Opción Productiva	129
7.2.6	Análisis de Sensibilidad	130
7.2.6.1	Según Precios	131
7.2.6.2	Según Costo de Establecimiento	131
7.2.6.3	Según Costos de Caminos, Cosecha y Transporte	132
7.2.7	Comparación con <i>E. globulus</i> y <i>P. radiata</i>	132
7.2.7.1	Manejo pulpable <i>E. globulus</i> , rotación 10 años.	132
7.2.7.2	Manejo intensivo <i>P. radiata</i> , rotación 25 años.	133
7.2.7.3	Comparación de resultados de rentabilidad	133
7.2.8	Conclusiones	134
7.3	REFERENCIAS	136
7.3.1	Mercado del <i>Eucalyptus</i>	136
7.3.2	Economía de la Producción de <i>Eucalyptus nitens</i> en Chile	137
	ANEXOS	139

ANTECEDENTES GENERALES DE *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden

Juan Carlos Pinilla S.

1.1 LA ESPECIE

La especie *Eucalyptus nitens* es originaria del Sudeste de Australia, en donde se distribuye en pequeñas poblaciones aisladas. Se encuentra entre las latitudes 30 y 38° Sur y en un rango altitudinal de 600 a 1600 m.s.n.m. "Su rango nativo de distribución está en las regiones montañosas de Victoria Central y al Este de Nueva Gales del Sur" (Dutkowski et al., 2001). Pertenecce a la clase Angiospermae, subclase Dicotyledoneae y familia Myrtaceae. Crece asociada en forma natural a otras especies de eucaliptos como *Eucalyptus regnans* y *Eucalyptus delegatensis*. El tronco es recto y la corteza es lisa, crece a alturas entre los 60-70 m, en buenos sitios. Puede alcanzar diámetros del tronco de 1,8 m (Nicholls y Pederick, 1979).

El *Eucalyptus nitens* es una especie de rápido crecimiento, reconocida por su resistencia a las bajas temperaturas. Crece en zonas montañosas, en un clima templado, con numerosas heladas y presencia de nieve, pudiendo soportar temperaturas de hasta -10°C, lo que la hace una especie resistente al frío. Se desarrolla bien en varios tipos de suelos, especialmente en aquellos que presentan horizontes arcillosos profundos, en áreas con precipitaciones anuales de entre 750 – 1300 mm.

Requiere de suelos moderadamente fértiles, profundos y bien drenados.

1.2 LA ESPECIE EN CHILE

La especie fue introducida en Chile en 1967, a través del Programa de Introducción de Especies del Instituto Forestal, resultando ser una de las más exitosas; como consecuencia de estos resultados se ha desarrollado una serie de ensayos destinados a seleccionar las mejores procedencias y progenies para su plantación en distintas zonas del país.

Comercialmente ha adquirido importancia durante la última década, debido a que se puede desarrollar en condiciones de clima más frías que *E. globulus*.

La especie, según los resultados de estos estudios, presenta sus mejores crecimientos en la costa de la VIII Región, particularmente en Antiquina (al sur de Cañete) y en Leonera (norte de Dichato), donde ha alcanzado incrementos de 58 y 76 m³/ha/año, respectivamente (INFOR, 1986). Otros interesantes crecimientos se han observado en suelos trumaos de precordillera serie Santa Bárbara (VII a IX Región) y en suelos profundos de la X Región, con silvicultura intensiva.

Posee características que pueden resultar una ventaja sobre otras especies de eucaliptos, tales como:

- Mayor velocidad de crecimiento que *E. globulus* y *E. regnans* en plantaciones de 15 años.
- Mayor resistencia al frío que *E. globulus* y *E. regnans*.
- Considerable adaptación a zonas montañosas heladas y lluviosas con índices de agua caída mayores a 1000 mm anuales.
- Madera de color claro y moderadamente densa en comparación con otras especies.

En plantaciones comerciales de 12 años de edad, en predios de la Hacienda Rucamanqui (Forestal y Agrícola Monteáguila) se logran crecimientos de hasta 40 cm de diámetro, cuando se aplica un raleo temprano (3-4 años) a 200 arb/ha.

En Chile la especie ha demostrado gran adaptación desde la VII hasta la XI Región (Tabla 1), resistiendo bajas temperaturas, por lo que ha reemplazado exitosamente a *E. globulus* en áreas con heladas severas.

TABLA 1
ANTECEDENTES DE LA ESPECIE EN AUSTRALIA Y CHILE

CARACTERÍSTICA	AUSTRALIA (Boland et al., 1980)	CHILE (INFOR, 1986)
Localización	Se distribuye entre los 30° 30' y 38° latitud sur, en Victoria y New South Wales.	Se ha plantado entre la V y X Región, entre los 32° y 43° de latitud sur.
	ESTABLECIMIENTO	
Altitud	Se desarrolla entre los 600 y 1600 msnm.	1000 msnm en Hacienda Rucamanqui; 1300 msnm en otros predios cerca de Curacautín, dentro de la distribución natural de Araucaria.
Temperatura	Mes más caluroso: 21 a 23°C Mes más frío: -5 a 2°C.	Resiste hasta un mínimo de 12°C bajo cero.
Precipitación	Se desarrolla con precipitaciones entre 750 y 1750 mm anuales.	Áreas con precipitaciones mayores a 800 mm anuales. En verano precipitaciones no inferiores a los 40 mm por mes (excepto en trumaos). No resiste sequía.
Suelos	Se desarrolla en un amplio rango de suelos, obteniéndose los mejores resultados en suelos franco arcillosos, de profundidad media, fertilidad moderada y bien drenados. No soporta suelos calcáreos.	La especie no debe establecerse en suelos de baja fertilidad y escaso drenaje. Crece con dificultad en suelos arcillosos poco profundos. Óptimo: suelos costeros y trumaos de precordillera profundos.



FIGURA 1
RODALES DE *E. nitens* DE 18 AÑOS EN ANTIQUINA, VIII REGIÓN.
 Fuente: INFOR, 1986.

1.3 ÁREAS PLANTADAS CON *E. nitens*

La superficie plantada con *E. nitens* se ha incrementado en los últimos años. En base a información obtenida de empresas relacionadas se estima que en la actualidad la especie supera las 140.000 hectáreas. La mayor parte de estas plantaciones se encuentra distribuida en partes iguales en las Regiones VIII, IX y X.

En el último trienio (2000-2003), la plantación anual de eucaliptos alcanzó las 37,3 mil hectáreas con un tercio de *E. nitens* (Infor, 2003).

Peters y Paredes (1999), señalan que la precordillera de las Regiones VIII y IX presenta la mayor concentración de áreas con potencial para plantaciones de la especie.

1.4 ÁREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO *E. nitens* EN LAS IX Y X REGIONES

Como una forma de determinar las posibilidades de expansión de las plantaciones con *Eucalyptus* spp. en general y con *E. nitens* en particular, la Unidad de Inventarios de INFOR cuantificó la superficie que cumple con los requisitos técnicos, principalmente edafoclimáticos, para establecer esta especie.

1.4.1 Estudio de Áreas Potenciales

El área determinada es aquella en que *E. globulus* no puede desarrollarse bien por problemas de heladas. Donde *E. globulus* se da bien, la lógica ha sido plantar esa especie.

TABLA 2
VARIABLES DE REQUERIMIENTOS
EDAFOCLIMÁTICOS ASOCIADAS A EUCALIPTOS

<i>Eucalyptus nitens</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>
• Precipitación total anual: 800-3000 mm • T media anual: 10-15,5°C • T mínima: -10°C • Profundidad suelos: media a profundos • Drenaje suelos: bueno a moderado • Meses secos: 5 • Humedad relativa: $\geq 75\%$ • N° heladas anuales: 50 – 150 • Textura del suelo: media a pesada • pH: ácido-ácido neutro (5-6)	• Precipitación total anual: 600-2500 mm • T media anual: 11,4-18°C • T mínima: -6°C • Profundidad suelos: moderados a profundos • Drenaje suelos: bueno a moderado • Meses secos: 6 - 7 • Humedad relativa: 73-81% • N° heladas anuales: 5 – 30 • Textura del suelo: media • pH: ácido (<5)

En el proceso se seleccionaron todos aquellos polígonos que representan áreas de crecimiento en que al menos 5 de las siguientes características sean favorables a las especies *E. globulus* y *E. nitens*:

- Temperatura esté en rango de las especies (10-18°C)
- Precipitaciones estén en rango de las especies (800-3000 mm)
- Profundidad del suelo media a profunda (0,5 – 1,5 m)
- Drenaje: bueno a moderado
- Período seco en meses ≤ 5
- Número de heladas anuales (variable discriminadora)
- Textura del suelo: media a pesada

Se incluyen como usos potenciales del suelo (i.e. disponibles) a los usos: Praderas, Matorral Pradera y Agrícola (otros usos se excluyen totalmente del análisis).

1.4.2 Resultados

La Unidad de Inventarios de INFOR estableció una superficie disponible y apta para *E. nitens* de 664.000 ha, de las cuales 68% se encuentran en la IX Región y 32% en la X (Anexos 1 y 2).

Aproximadamente el 50% de las plantaciones de *E. nitens* es patrimonio de empresas y el resto está en poder de propietarios particulares.

En general las plantaciones de *E. nitens* ocupan terrenos en que se conjugan la alta precipitación y las bajas temperaturas, hasta un límite de 5 a 6°C bajo cero. En estas condiciones, el establecimiento de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento, resistentes al frío, constituye una importante alternativa productiva, lo que se refleja en el notable incremento de las tasas de forestación con *E. nitens* en los últimos 10 años (Figuras 2 y 3).



FIGURA 2
ÁRBOLES DE 2 AÑOS DE *E. nitens* (MULCHÉN, VIII REGIÓN)

Entre las principales empresas forestales propietarias de plantaciones de la especie en la IX y X Región destacan Forestal Valdivia (9.000 ha), Anchile (16.671 ha), Hacienda Rupanco (3.500 ha), Forestal Tornagaleones (1.451 ha) (INFOR, 2002). Entre las empresas medianas destacan Forestal Natalhue, P-L Ltda., Viplantex Ltda., Bosques Cautín y Forestal San José.



FIGURA 3
PLANTACIONES DE *E. nitens* EN LA PRECORDILLERA DE LA X REGIÓN

1.5 REFERENCIAS

- Boland, D.J.; Brooker, M.I.H.; Turnbull, J.W. 1980.** *Eucalyptus* seed. Australia, CSIRO. 191p.
- Dutkowski, G.; Potts, B.; Williams, D.; Kube, P.; McArthur, C.; 2001.** Geographic Genetic Variation In Central Victorian *Eucalyptus nitens*. En: Actas Simposio Internacional IUFRO. Desarrollando el Eucalipto del Futuro. Simposio Internacional IUFRO, Valdivia-Chile, 2001.
- INFOR. 1986.** Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Santiago, Chile. Gerencia de Desarrollo, CORFO AF 86/32. 167p.
- INFOR. 2002.** Estadísticas Forestales año 2001. Boletín Estadístico N°84. Santiago, Chile. 145p.
- Nicholls, J. and Pederick, L. 1979.** Variation in some wood characteristics in *Eucalyptus nitens*. Aus. For. Res. Vol 9: 304-321.
- Peters N., R.; Paredes, G. 1999.** Modelos de crecimiento y simulación en eucalipto. En: Silvotecna XII. Realidad potencial del Eucalipto en Chile. 26 al 28 de Agosto de 1999, Concepción, Chile. pp: 251-270.

CAPITULO II

SELECCIÓN DE PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden PARA CHILE.

**María Paz Molina B.
Braulio Gutiérrez C.**

2.1 INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético es una adecuada herramienta para incrementar el valor económico de *E. nitens*. Particularmente la selección de las procedencias más adecuadas para las condiciones de sitio y cultivo en el país constituye un primer paso en esta dirección.

En el marco del programa de mejoramiento genético de eucaliptos de INFOR, se establecieron importantes ensayos de procedencias y progenies que abarcaron, en una primera etapa, gran parte de la distribución natural de la especie en Australia. En una segunda fase se establecieron nuevos ensayos, considerando en esta ocasión a los orígenes genéticos que en las primeras pruebas exhibieron el mejor desempeño en el país. En el presente capítulo se presentan y discuten los principales resultados derivados de la evaluación de los ensayos mencionados.

2.2 INTRODUCCIÓN DE *Eucalyptus nitens* EN CHILE

En su distribución natural Pederick (1979) determinó cuatro regiones principales, dos en NSW (Nueva Gales del Sur): en el norte y sur del Estado; y dos en Victoria: una al este de Gippsland y la otra en el centro de las tierras altas. En esta última, definió tres procedencias: Rubicon, Toorongo y Macalister. La restante procedencia de Victoria (Errinundra) fue posteriormente reclasificada como *E. denticulata*.

La introducción de *E. nitens* en Chile fue realizada a fines de la década de los 60, en parcelas experimentales del Instituto Forestal (Tabla 3). Tras verificarse el potencial que ella representaba, a mediados de los '80 INFOR introdujo colecciones de procedencias que fueron representadas en diferentes ensayos a lo largo del país. A comienzos de los 90, se instalaron ensayos de progenies para después iniciar programas formales de mejoramiento genético (Infante et al., 1991).

TABLA 3
RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE *E. nitens* EN ENSAYOS
DE INTRODUCCIÓN DE ESPECIES

Ensayo	DAP cm	Altura m	Densidad arb/ha	Volumen m ³ /ha	IMA m ³ /ha/año	Edad Años	Unidad Edafoclimática	pp mm	Régimen (N° meses secos)
San Antonio de Petrel (Pichilemu, Prov: Cardenal Caro).	19,3	18,4	2200	659	41,2	16	Paredones	>700	Invernal (6 - 7)
Leonera (Tomé, Prov. Concepción).	25,0	23,5	1400	872	58	15	Concepción	1500-2000	Invernal (2 - 3)
Santa Ana (Mulchén, Prov. Bío-Bío).	20,9	18,1	2133	767	51	15	Concepción	700-1000	Invernal (3 - 5)
Antiquina (Contulmo, Prov. Arauco).	23,7	22,9	2166	1152	77	15	Arauco	1200-2000	Invernal (1 - 2)

FUENTE: INFOR, 1986

Donde :

IMA : Incremento Medio Anual

DAP : Diámetro a la Altura del Pecho

pp : precipitación anual

En la actualidad *E. nitens* constituye una alternativa a *E. globulus*, especialmente en las zonas en que éste se ve limitado por el frío y las heladas. *E. nitens* se ha considerado como una especie de alto interés productivo a pesar de su menor rendimiento pulpable en relación a *E. globulus*; su papel exhibe una alta resistencia a la tensión, alta densidad y una menor porosidad que el obtenido de pulpa de *E. globulus* (Cotterill y Brolin, 1997); resulta apropiada para cultivos dendroenergéticos y concentra gran interés para desarrollar nuevos productos, de mayor valor agregado, a partir de su madera.

2.3 ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus nitens* EN CHILE

Con posterioridad a los ensayos de introducción de especies, entre 1981 y 1988 se establecieron los primeros ensayos de procedencias (Tabla 4).

TABLA 4
ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE *E. nitens*

ENSAYO	UBICACIÓN Región, Provincia, Comuna	Lat. S	Long. W	Año Plantación	Diseño
El Parrón	VII, Constitución, Constitución	35°32'	72°31'	1985	Bloques al azar
Jauja	IX, Malleco, Collipulli	38°03'	71°58'	1984	Completamente al azar
El Retiro	IX, Malleco, Malalcahuello	38°52'	71°41'	1985	Bloques al azar
Los Copihues	X, Valdivia, Valdivia	39°53'	73°05'	1981	Bloques al azar

En el ensayo El Parrón, a los 3 años de edad, las procedencias de Victoria son claramente superiores a las de Nueva Gales del Sur, lo cual se explica por una mayor coincidencia climática entre la zona central de Victoria y la zona centro sur de Chile. Las mejores procedencias provienen de Toorongo Plateau y Macalister. También en este ensayo se demuestra una clara superioridad de *E. nitens* sobre *E. globulus* y *E. regnans*.

En Jauja, a los 4 años de edad, las procedencias de Victoria tienen mejores resultados como promedio, sin embargo como valor absoluto el mejor crecimiento se observa en la procedencia Anembo, de Nueva Gales del Sur.

Para el ensayo El Retiro, a los 3 años, se observó un bajo crecimiento, que aparentemente obedeció a la fuerte competencia con la vegetación herbácea. Con los mejores promedios de crecimiento se destacaron las procedencias de Rubicon y Macalister, aun cuando el mejor resultado correspondió a la procedencia de Errinundra (procedencia que posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*). En general todas las procedencias de Nueva Gales del Sur no presentaron buenos crecimientos.

En el ensayo de Los Copihues, al evaluarse 4 procedencias de *E. nitens* a los 6 años, los mejores resultados corresponden a las procedencias de Anembo, Nueva Gales del Sur y Alexandra Forest, Victoria.

De acuerdo con Prado (1988) la evaluación de estos ensayos permite afirmar que las mejores procedencias para Chile corresponden a aquellas que se encuentran al sur de los 37° S y entre los 145° y 147° E. Dentro de esta área destacan particularmente las procedencias de Macalister, Toorongo y Rubicon, (Figura 4) siendo esta última la más consistente en cuanto a resultados. En general las procedencias de Nueva Gales del Sur presentaron resultados inferiores, sin embargo la procedencia de Anembo presentó los mejores crecimientos en los ensayos de Jauja y Los Copihues. También es preciso considerar que en ensayos instalados en la zona costera de la VIII Región, los mejores resultados con la especie también fueron obtenidos con procedencias de Nueva Gales del Sur (Mt. Royal y Nimmitabel). En una evaluación posterior del ensayo de Los Copihues, a los 12 años de edad, la procedencia Anembo de Nueva Gales del Sur siguió siendo la que presentaba los mejores crecimientos con 549 m³/ha versus 452 m³/ha de la procedencia Alexandra de Victoria (Barros S. 1993). Con respecto a otras especies ensayadas (*E. delegatensis*, *E. globulus* y *E. regnans*), *E. nitens* presentó los mejores resultados siendo superior en un 45% a *E. regnans*, en 82% a *E. delegatensis* y sobre un 100% a *E. globulus*.



FIGURA 4
***E. nitens* DEL ESTADO DE VICTORIA PROCEDENCIA RUBICON.**
(GIRA TECNOLÓGICA FONTEC OCTUBRE-NOVIEMBRE 2003)

2.4 ENSAYOS DE PROCEDENCIAS Y PROGENIES DE *Eucalyptus nitens* EN CHILE

Posteriormente, entre 1990 y 1992 se estableció una serie de ensayos de procedencias y progenies, que incluyen todo el rango de distribución natural de la especie (Figura 5). Estos consideran 187 progenies agrupadas en 16 procedencias (Tabla 5) y se distribuyen a lo largo del país de acuerdo al detalle indicado en el Tabla 4. Ellos se identifican para fines de este artículo como Ensayos de la Primera Colección.

Con posterioridad, a partir de los resultados de estos ensayos, se efectuó una nueva colección de semillas, en esta ocasión concentrada en las procedencias de mejor desempeño identificadas en los ensayos anteriores, más otras sugeridas por empresas forestales. Con ellas se estableció, en 1996, una nueva serie de 3 ensayos (Tabla 14), la que se identifica como Ensayos de la Segunda Colección.

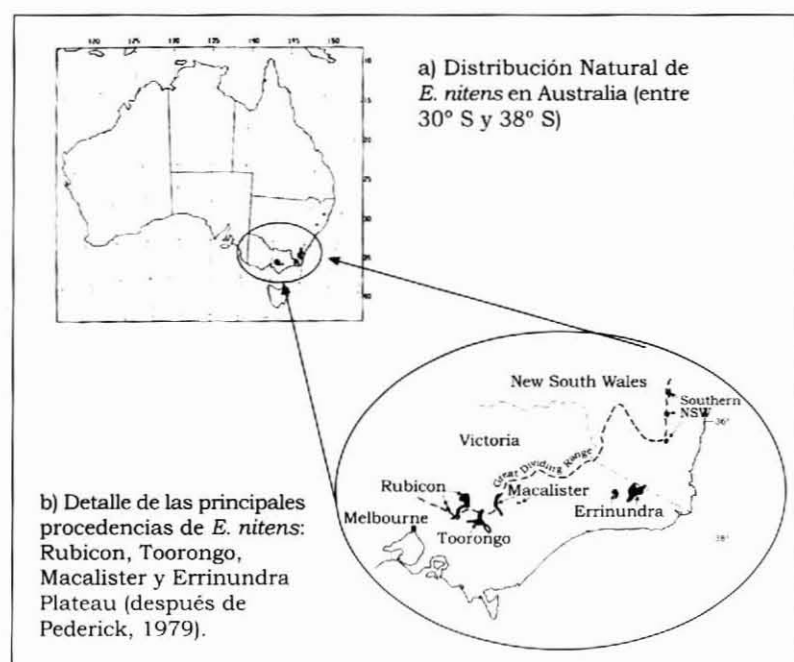


FIGURA 5
DISTRIBUCIÓN NATURAL DE *E. nitens*

TABLA 5
PROCEDENCIAS Y FAMILIAS INTRODUCIDAS A CHILE EN PRIMERA COLECCIÓN DE *E. nitens*

Procedencia Asignada	N° de Familias	Código Australiano (seedlot)	Lugar de Origen	Latitud	Longitud	Altitud
1	1 a 10	16636	Mayors Point Ebor NSW	30°25'	152°25'	145
2	11 a 19	14908	Barrington Tops NSW	31°55'	151°30'	1450
3	20 a 24	15137	Tallaganda S.F. NSW	35°48'	149°31'	1280
4	25 a 31	16619	Tallaganda S.F. NSW	35°48'	149°31'	1280
5	32 a 42	16201	Tallaganda S.F. NSW	35°52'	149°30'	1105
6	43 a 49	17132	Tallaganda S.F. NSW	35°52'	149°28'	1417
7	50 a 54	14437	Anembo Tallaganda NSW	35°54'	149°30'	1300
8	55 a 67	16578	Tallaganda NSW	36°00'	149°54'	1050
9	68 a 78	16307	Brown Mt. Nimmitabel NSW	36°32'	149°28'	100
10	79 a 87	14439	Glenbog State F. NSW	36°38'	149°24'	1050
11	88 a 93	17547	Errinundra S.F. (*) VIC	36°13'	148°54'	1000
12	94 a 106	16341	Errinundra S.F. (*) VIC	37°15'	149°02'	950
13	107 a 112	16310	Errinundra Plateau (*) VIC	37°21'	148°51'	1000
14	113 a 151	16352	Toorongo Plateau VIC	37°47'	146°16'	900
15	152 a 167	16869	Toorongo Plateau VIC	37°54'	146°00'	1000
16	168 a 187	16868	7 km NNW Rubicon VIC	37°18'	145°49'	1000

Donde :

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

(*) Esta procedencia posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*

TABLA 6
ENSAYOS DE PROGENIE ESTABLECIDOS CON LA PRIMERA COLECCIÓN AUSTRALIANA
INTRODUCIDA A CHILE

ENSAYO	UBICACIÓN Región, Provincia, Comuna	Lat. S	Long. W	Fecha Plantación	Nº de Progenies (*)
El Durazno	VIII R, Ñuble, San Carlos	36°26'	71°35'	Ago'91	102
San Lorenzo	VIII R, Bío Bío, Quilleco	37°30'	71°45'	Jul'90	140
El Morro	VIII R, Bío Bío, Mulchén	37°55'	72°00'	Jul'90	189
Vista Alegre	X R, Valdivia, Máfil	39°60'	72°50'	Jul'90	168
El Bajo	XI R, Aysén, Mañihuales	45°00'	72°20'	Nov'90	115
Emperador Guillermo	XI R, Aysén, Mañihuales	45°20'	72°10'	Dic'92	65
Esc.Agric Coyhaique	XI R, Coyhaique,	45°33'	72°02'	Dic'92	36

(*): Número de progenies varió de acuerdo a la disponibilidad de plantas

2.5 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE LA 1ª COLECCIÓN (1990-1992)

El diseño de estos ensayos corresponde a Bloques de Familias Compactas, en donde las procedencias constituyen las parcelas principales (distribuidas al azar en el bloque) dentro de las cuales se distribuyen las progenies en subparcelas de 4 plantas en línea, con un distanciamiento de 2,5 x 2,5 m. El número de repeticiones o bloques en cada ensayo varía entre 8 y 12.

Con el fin de evaluar la variabilidad de procedencias, progenies e individuos, los ensayos fueron evaluados periódicamente hasta aproximadamente la mitad de su edad de rotación.

Es importante hacer notar que, con excepción del ensayo El Bajo, en el sector de Mañihuales, los restantes ensayos establecidos en la XI Región, exhibían ya en el segundo año una mortalidad superior al 50%. Los ensayos ubicados en la precordillera de la VIII Región también tienen una mortalidad importante, cercana al 30%. El mejor ensayo en cuanto a sobrevivencia se presenta en la provincia de Valdivia. De este hecho se puede concluir que el efecto frío ligado a un mayor número de meses secos afecta significativamente a esta especie. Actualmente se podría esperar una sobrevivencia más alta dados los sistemas de producción de plantas y técnicas más intensivas de establecimiento que se utilizan. A este respecto es importante señalar que las plantas que se utilizaron para establecer estos ensayos fueron generadas en bolsas plásticas de 10 x 20 cm y el establecimiento se realizó con subsolado profundo y control de maleza químico pre-plantación, pero los controles posteriores fueron manuales.

Una primera evaluación de esta batería de ensayos fue efectuada por Alvear y Prado (1993). Las conclusiones de los autores coinciden con las señaladas para los ensayos de procedencias, señalando que la mejor adaptación se verifica en el material proveniente de Victoria central (Rubicon y Toorong Plateau), mientras que aquel procedente de Nueva Gales del Sur exhibe un desempeño inferior, aunque mejor que el de Errinundra, hoy día clasificado como *E. denticulata*. También señalan la necesidad de recalcular los parámetros genéticos a una mayor edad e incluir en nuevos ensayos a la procedencia Macalister.

En evaluaciones posteriores, al comparar las variables dasométricas DAP y Altura total a los 5 años, que corresponde a la última evaluación en que los ensayos no habían sido intervenidos, el ensayo El Morro (VIII Región) presentó los mejores crecimientos en altura ($12,9 \pm 1,0$ m) y DAP ($12,4 \pm 1,4$ cm) promedios y en segundo lugar El Bajo (XI Región) con $9,3 \pm 0,7$ m en altura y $10,8 \pm 1,2$ cm en DAP. Esta información puede ser relevante ya que *E. nitens* puede ser una alternativa para las zonas más templadas de la XI Región.

En general, después de los 5 años, los ensayos fueron intervenidos eliminando el 50% de cada familia. Para ello se consideró la eliminación de los individuos de menor crecimiento en volumen. El único ensayo que no fue intervenido fue el localizado en el predio Vista Alegre, por lo cual se presenta la última medición efectuada a los 105 meses (8,8 años aproximadamente). En el caso del ensayo El Morro, éste fue medido aun cuando había sido raleado con el fin de conocer la respuesta de las procedencias a esa intervención.

En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos a nivel de procedencias en la última medición. En el caso particular de los ensayos de Vista Alegre y El Morro se comparan las dos últimas mediciones dado que la última medición, en ambos casos, es cercana a la edad de rotación, por lo cual constituye un valioso antecedente.

TABLA 7
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 56 MESES DE EDAD EN EL ENSAYO SAN LORENZO (QUILLECO, VIII REGIÓN)

Procedencia	Lugar de Origen	Sobrevivencia (%)	Altura (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
1	Mayors Point Ebor	62,8	10,0	10,4	0,129
2	Barrington Tops	68,8	9,7	10,8	0,139
3	Tallaganda S.F.	67,5	9,3	9,0	0,094
4	Tallaganda S.F.	58,9	8,9	9,5	0,101
5	Tallaganda S.F.	61,8	9,4	9,5	0,107
6	Tallaganda S.F.	66,8	10,1	10,6	0,136
7	Anembo Tallaganda	72,0	9,8	10,2	0,123
8	Tallaganda	76,7	10,0	10,4	0,130
9	Brown Mt.Nimmitabel	53,3	9,4	10,2	0,125
10	Glenbog State F.	52,2	9,8	10,5	0,140
11	Errinundra S.F. (*)	58,0	9,8	10,2	0,124
12	Errinundra S.F. (*)	41,8	9,5	8,9	0,097
13	Errinundra Plateau (*)	44,0	9,1	8,2	0,078
14	Toorongo Plateau	64,7	11,5	11,8	0,186
15	Toorongo Plateau	53,3	10,8	11,3	0,176
16	7 km NNW Rubicon	72,5	11,8	12,2	0,205

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

(*) Esta procedencia posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*

Las mejores procedencias, tanto en la variable Altura como DAP, son Rubicon (16) y Toorongo Plateau (14), ambas del Estado de Victoria.

En la situación opuesta, el menor crecimiento lo presenta la procedencia Tallaganda S.F. (3 y 4) perteneciente al Estado de Nueva Gales del Sur (NSW).

TABLA 8
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 46, 66 Y 132 MESES DE EDAD EN EL ENSAYO EL MORRO (MULCHÉN, VIII REGIÓN)

Proc	Lugar de Origen		46 meses				66 meses				132 meses (11 años)			
			Sobrev (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)	Sobrev (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)	Sobrev (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
1	Mayors Point	NSW	74,6	6,7	6,9	0,038	71,3	11,5	10,7	0,177	48,3	23,3	25,1	1,655
2	Barrington Tops	NSW	80,6	7,8	8,6	0,066	80,6	13,0	13,2	0,275	54,4	24,7	26,1	1,909
3	Tallaganda S.F.	NSW	72,1	7,7	7,9	0,058	72,1	12,8	12,6	0,260	46,5	25,4	27,3	2,135
4	Tallaganda S.F.	NSW	73,5	7,0	7,6	0,049	72,7	12,0	12,1	0,224	50,7	23,4	26,2	1,861
5	Tallaganda S.F.	NSW	66,6	7,5	7,3	0,049	63,0	13,1	12,3	0,251	38,9	25,1	26,0	1,885
6	Tallaganda S.F.	NSW	53,6	7,2	7,6	0,051	53,1	11,8	12,1	0,247	39,6	22,5	25,9	1,891
7	Anembo Tallaganda	NSW	77,1	6,9	7,1	0,042	77,0	12,4	12,5	0,238	49,0	24,4	27,8	2,081
8	Tallaganda	NSW	72,0	7,3	7,6	0,050	68,1	12,8	12,5	0,257	42,5	25,3	27,2	2,100
9	Brown Mt. Nimmitabel	NSW	64,6	7,3	7,5	0,051	64,5	12,0	11,9	0,239	41,8	23,4	25,5	1,790
10	Glenbog State F.	NSW	58,7	7,3	7,7	0,056	53,3	12,7	12,8	0,271	36,7	24,5	26,6	2,027
11	Errinundra S.F. (*)	VIC	75,6	7,1	6,4	0,033	71,7	11,2	10,3	0,158	46,3	20,8	21,7	1,165
12	Errinundra S.F. (*)	VIC	69,8	6,8	5,8	0,028	63,8	11,3	9,8	0,141	41,7	20,3	19,8	0,944
13	Errinundra Plateau (*)	VIC	62,5	7,1	5,8	0,030	57,9	11,3	9,6	0,148	37,5	20,1	18,7	0,934
14	Toorongo Plateau	VIC	77,4	8,8	8,8	0,080	69,9	13,7	13,1	0,295	46,1	25,2	25,8	1,935
15	Toorongo Plateau	VIC	73,9	8,7	8,5	0,077	67,3	13,6	12,6	0,280	45,6	24,8	24,5	1,778
16	7 km NNW Rubicon	VIC	88,8	9,4	9,7	0,103	79,8	14,5	14,1	0,342	53,5	26,5	26,8	2,054

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

(*) : Esta procedencia posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*

(**) : No se debe considerar como sobrevivencia porque el ensayo fue raleado con antelación a esta medición.

En el ensayo "El Morro" (Tabla 8), se puede observar que el mejor crecimiento se presenta en la procedencia Rubicon (16) seguida de Toorongo Plateau (14) ambas del Estado de Victoria. Es importante destacar que con posterioridad al raleo (medición a los 132 meses) las procedencias pertenecientes al estado de Nueva Gales del Sur tuvieron una mejor respuesta a esta intervención superando el crecimiento en DAP promedio que manifestaron las procedencias del Estado de Victoria.

TABLA 9
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 41 Y 80 MESES DE EDAD
EN EL ENSAYO EL DURAZNO (SAN CARLOS, VIII REGIÓN)

Proc.	Lugar de Origen		41 meses (3,4 años)				80 meses (6,6 años)			
			Sobreviv (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)	Sobreviv (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
1	Mayors Point Ebor	NSW	43,8	7,9	8,6	0,061	43,8	20,1	17,3	0,818
2	Barrington Tops	NSW	63,1	8,3	9,1	0,072	67,8	23,0	19,7	0,997
3	Tallaganda S.F.	NSW	53,1	7,8	8,5	0,060	52,8	21,5	18,8	0,857
4	Tallaganda S.F.	NSW	65,0	8,0	8,8	0,067	64,8	22,4	19,2	0,928
5	Tallaganda S.F.	NSW	53,5	7,9	8,4	0,060	53,1	21,3	19,4	0,938
6	Tallaganda S.F.	NSW	64,1	8,2	8,5	0,064	63,9	22,1	18,7	0,892
7	Anembo Tallaganda	NSW	62,5	8,3	8,3	0,070	62,5	24,2	21,2	1,159
8	Tallaganda	NSW	66,7	7,9	8,7	0,065	65,8	22,3	19,3	0,948
9	Brown Mt.Nimm.	NSW	59,4	8,0	8,9	0,069	58,6	22,1	20,5	1,070
10	Glenbog State F.	NSW	72,7	8,2	8,9	0,070	71,8	23,7	20,4	1,140
11	Errinundra S.F. (*)	VIC	66,4	8,3	7,8	0,056	66,1	21,4	17,2	0,722
12	Errinundra S.F. (*)	VIC	41,4	7,8	7,1	0,043	40,0	19,8	16,2	0,641
13	Errinundra Plateau (*)	VIC	43,8	7,8	7,3	0,046	43,7	20,8	15,9	0,713
14	Toorongo Plateau	VIC	66,0	8,9	9,0	0,079	65,3	22,8	19,0	0,973
15	Toorongo Plateau	VIC	58,9	8,6	8,7	0,071	58,1	22,6	18,8	0,963
16	7 km NNW Rubicon	VIC	71,9	9,2	9,6	0,090	71,7	23,9	19,8	1,058

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

(*) Esta procedencia posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*

En el ensayo "El Durazno" (Tabla 9), el mayor crecimiento a la edad de 80 meses lo presentaron las procedencias Anembo Tallaganda (7) y Glenbog State F. (10) ambas de Nueva Gales del Sur.

En general este ensayo tiene baja sobrevivencia promedio, 59,4%. Su localización estaría ocupando sitios marginales para la especie, principalmente en lo que se refiere a un mayor número de meses secos. Esta situación provoca un mayor espaciamiento entre árboles, lo que aparentemente beneficia a las procedencias de Nueva Gales del Sur que responden con una mayor tasa de crecimiento frente a la apertura del rodal (ensayo).

Si se consideran las procedencias del estado de Victoria, el mayor crecimiento corresponde a Rubicon (16).

TABLA 10
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 56 Y 105 MESES DE EDAD EN EL ENSAYO
VISTA ALEGRE (MÁFIL, X REGIÓN)

Proc.	Lugar de Origen		56 meses (4,6 años)				105 meses (8,8 años)			
			Sobreviv (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)	Sobreviv (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
1	Mayors Point Ebor	NSW	87,9	8,6	8,9	0,086	87,9	20,6	18,7	0,8413
2	Barrington Tops	NSW	92,6	8,2	8,9	0,084	90,1	20,1	19,1	0,8304
3	Tallaganda S.F.	NSW	95,8	9,2	9,7	0,112	83,3	20,0	19,2	0,9331
4	Tallaganda S.F.	NSW	86,4	8,4	9,1	0,089	85,7	20,3	18,8	0,8229
5	Tallaganda S.F.	NSW	85,5	9,0	9,5	0,100	85,5	20,7	18,7	0,8581
6	Tallaganda S.F.	NSW	85,4	8,4	9,2	0,088	85,4	20,3	18,7	0,8445
7	Anembo Tallaganda	NSW	88,0	8,9	9,5	0,098	87,0	20,8	19,2	0,8811
8	Tallaganda	NSW	89,0	8,4	8,9	0,083	88,5	20,2	18,6	0,8054
9	Brown Mt.Nimm.	NSW	87,5	9,1	9,9	0,111	86,4	20,8	19,3	0,8998
10	Glenbog State F.	NSW	88,3	8,6	9,1	0,088	85,8	20,1	18,9	0,8400
11	Errinundra S.F. (*)	VIC	83,5	8,2	8,5	0,072	83,5	19,0	17,7	0,6881
12	Errinundra S.F. (*)	VIC	77,1	7,7	7,3	0,051	75,4	18,4	15,9	0,5733
13	Errinundra Plateau (*)	VIC	81,7	8,2	8,1	0,068	80,0	19,8	16,6	0,6525
14	Toorongo Plateau	VIC	88,3	9,3	9,7	0,107	86,2	21,4	18,6	0,8788
15	Toorongo Plateau	VIC	85,8	8,8	8,7	0,087	84,3	19,8	17,9	0,7830
16	7 km NNW Rubicon	VIC	87,2	9,8	10,4	0,129	86,5	22,6	19,2	0,9455

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

(*) Esta procedencia posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*

En el caso del ensayo ubicado en la X Región (Tabla 10), el mayor crecimiento lo presenta la procedencia de Rubicon (16), apareciendo en segundo y tercer lugar 2 procedencias de Nueva Gales del Sur (Nº 3 y Nº 9). Cabe señalar que a nivel de árboles individuales, el mayor crecimiento en altura se manifiesta en procedencias de Nueva Gales del Sur (procedencias 9 y 7) con un valor, para esta variable, de 31,0 m, siendo el promedio 21,0 m. Sin embargo estos valores son excepcionales (pero podrían tener un gran valor desde el punto de vista del mejoramiento) y en su conjunto la mejor procedencia es Rubicon.

TABLA 11
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 63 MESES DE EDAD EN EL
ENSAYO EL BAJO (MAÑIHUALES, XI REGIÓN)

Proc.	Lugar de Origen		63 meses (5,2 años)			
			Sobreviv (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
1	Mayors Point Ebor	NSW	24,5	8,5	10,7	0,1103
2	Barrington Tops	NSW	84,4	9,1	11,0	0,1230
3	Tallaganda S.F.	NSW	73,4	8,9	11,0	0,1302
4	Tallaganda S.F.	NSW	79,9	9,0	11,2	0,1333
5	Tallaganda S.F.	NSW	53,8	8,7	10,9	0,1175
6	Tallaganda S.F.	NSW	74,1	8,6	10,4	0,1126
7	Anembo Tallaganda	NSW	84,4	9,2	11,3	0,1354
8	Tallaganda	NSW	79,1	8,6	10,3	0,1106
9	Brown Mt.Nimmitabel	NSW	32,4	8,4	10,5	0,1093
10	Glenbog State F.	NSW	31,7	9,0	11,3	0,1326
11	Errinundra S.F. (*)	VIC	61,7	8,3	8,8	0,0878
12	Errinundra S.F. (*)	VIC	64,1	8,1	8,4	0,0752
13	Errinundra Plateau (*)	VIC	74,2	8,2	7,9	0,0653
14	Toorongo Plateau	VIC	89,2	10,4	11,8	0,1711
15	Toorongo Plateau	VIC	87,5	10,1	11,4	0,1565
16	7 km NNW Rubicon	VIC	90,6	10,2	11,8	0,1620

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

(*) Esta procedencia posteriormente fue reclasificada como *E. denticulata*

En la XI Región los mejores resultados para las variables altura y DAP se presentan en la procedencia Toorongo Plateau (14) seguida de la procedencia Rubicon (16) (Tabla 11).

En general las procedencias de Nueva Gales del Sur presentan menor crecimiento y sobrevivencia. Como consecuencia del llamado “terremoto blanco” (1994), los ensayos de Emperador Guillermo y Escuela Agrícola de Coyhaique tuvieron una mortalidad superior al 90%. Por tal razón sus resultados no se consideran en este artículo.

La medición realizada a la mitad de la rotación de los ensayos y previa a la intervención de estos, se usó para construir un “ranking” de valores de mejora. Este instrumento apoya las decisiones respecto a la mejor composición de los programas de cruzamiento controlados, establecimiento de

huertos semilleros, conformación de poblaciones elite y selección de los individuos que pasan a las generaciones avanzadas de mejora. Este análisis no consideró a la procedencia Errinundra, la cual fue reclasificada como *Eucalyptus denticulata* (Cook y Ladiges, 1991).

Otro antecedente muy importante que se concluyó del análisis de la información desde el punto de vista estadístico-genético fue que la correlación genética aditiva entre el mismo rasgo, pero en distintos sitios, es muy alta: para la altura tiende a 1 y para el diámetro fluctúa entre 0,8 a 0,97, revelando que no existe interacción genotipo ambiente, lo que indica que las mejores familias mantienen esta condición en cualquiera de los sitios estudiados. Por otra parte, la heredabilidad individual con un coeficiente de parentesco de $r = 0,4$, para el diámetro fluctúa entre 0,10 a 0,22; para la altura de 0,06 a 0,17, siendo bastante coincidente con otros datos reportados para *E. nitens* (Ipina et al., 1998).

Como conclusión importante de las evaluaciones de estos ensayos se determinó que la especie presenta bastante estabilidad a nivel de procedencias, situación que se desprende de la baja interacción genotipo-ambiente estimada. Sin embargo, esto también puede asociarse a que si bien los ensayos están establecidos en distintas ubicaciones geográficas, las condiciones de sitio en términos de frío y precipitaciones (sobre 1000 mm) son similares.

También es notable la diferenciación que puede producirse a nivel familiar e individual. Existen registros de individuos de gran crecimiento que no pertenecen a las mejores procedencias como también familias con promedios de crecimientos muy superiores al promedio de la procedencia. Este antecedente es muy importante cuando la estrategia de mejoramiento genético puede ser "intensiva" y apuntar al clon (individuo selecto o plus).

En relación a los rankings contruidos hasta los 66 meses de edad se concluye que estos no son buenas estimaciones del ordenamiento individual que presentarán los árboles a la edad de rotación (10 a 12 años), situación que fue confirmada por Molina et al. (2001) al construir las matrices de correlación edad-edad para la posición en el ranking de valores de mejora entre evaluaciones tempranas y posteriores (4, 10, 22, 45, 66 y 128 meses). Por lo mismo no resulta recomendable implementar programas de selección temprana, antes de los 5 años, para rotaciones que tendrán una duración superior a 11.

2.6 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE 2ª COLECCIÓN (1996)

Con posterioridad y a partir de los resultados analizados en los párrafos precedentes, se seleccionaron las procedencias más adecuadas para Chile (Tabla 12) y se programó la incorporación de una nueva colección de semillas en Australia, que fue contratada al Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO, organismo gubernamental australiano) (Tabla 13).

Esta nueva colección permitió establecer, en 1996, tres nuevos ensayos detallados en la Tabla 14.

TABLA 12
MEJORES PROCEDENCIAS DE *E. nitens* EN FUNCIÓN DE SU CRECIMIENTO

PROCEDENCIAS	VARIACIÓN LATITUD (S)	VARIACIÓN LONGITUD (E)
Rubicon VICTORIA	37°18'	145°49'
Toorong Plateau VICTORIA	37°47' y 37°54'	146°00' y 146°16'
Macalister (*) VICTORIA	37°29'	146°25'
Errinundra SF VICTORIA	37°13' y 37°15'	148°54' y 149°02'
Tallaganda NUEVA GALES DEL SUR	35°52' y 36°00'	149°28' y 149°54'
Barrington Tops NUEVA GALES DEL SUR	31°55'	151°30'

(*): La procedencia de Macalister no fue incluida en la primera colección de *E. nitens* introducida por INFOR al país, pero empresas forestales que poseían ensayos con esta procedencia la sugirieron como una de las más importantes en cuanto a producción volumétrica.

TABLA 13
PROCEDENCIAS DE *E. nitens* CONSIDERADAS EN LA 2^{da} COLECCIÓN DE SEMILLAS

Australia Proc.	INFOR		Origen	Estado	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
	Proc.	Prog.					
18341	18	190-199	Barrington Tops	NSW	31°38'	151°30'	1250
16749	19	200-207	Bowens Rd MT Monkeyto	VIC	37°13'	148°36'	880
16868	16	208-215	7 Km NNW Rubicon	VIC	37°18'	145°49'	1000
19395	20	216-225	Rubicon Snobs CK Rd	VIC	37°23'	145°56'	920
18075	21	226-233	Blue Range Rd	VIC	37°24'	145°48'	1000
19380	22	234-241	Rubicon	VIC	37°24'	145°53'	1100
18145	23	242-251 380-382	Thomson SF Erica	VIC	37°24'	146°17'	1005
16750	24	252-258	Barkey R. Rd MT Skene	VIC	37°27'	146°24'	1200
19397	25	259-268	Macalister	VIC	37°29'	146°25'	1150
17758	26	269-278	Macalister	VIC	37°30'	146°26'	1200
18074	27	279-287	MT Tanglefoot	VIC	37°31'	145°32'	850
16952	28	288-293	Matlock	VIC	37°35'	146°11'	1100
16367	29	294-303	Noojeet MT Matlock Rd.	VIC	37°39'	146°08'	1000
16951	30	304-309	Noojee Matlock Rd.	VIC	37°40'	146°09'	1100
16751	31	310-319	MT Useful	VIC	37°40'	146°30'	1240
16907	32	320-325	Toorongo	VIC	37°42'	146°08'	1100
18073	33	326-327	MT Horsefall	VIC	37°47'	146°02'	1100
19396	34	328-330	Toorongo	VIC	37°47'	146°07'	900
16365	35	331-338	Toorongo	VIC	37°48'	146°06'	950
16752	36	339-341	Thomson Valley Rd.	VIC	37°48'	146°20'	1050
16906	37	342-349	Erica	VIC	37°50'	146°20'	800
16869	15	350-357	Toorongo Plateau	VIC	37°54'	146°00'	1000
16352	38	358-364	Toorongo Plateau	VIC	37°47'	146°16'	900
Testigos		T1	Tutorau. Proveedor: Daveyseeds, NZ		46°15'	168°50' E	90
		T2	Filo de Piedra. FAMASA, Chile		37°05'	73°03' W	279
		T3	Antiquina. INFOR, Chile		38°18'	73°21'	30
		T4	Macalister. Proveedor O'Connor		37°33'	146°29'E	1200-1308
		T5	Whitelaw Track. Proveedor O'Connor		37°45'	146°15'E	980-1080
		T6	Mezcla de Procedencia. INFOR, Chile				
		T7	Nihuinco. FAMASA, Chile		37°19'	73°15'W	104
		T8	Nihuinco. FAMASA, Chile		37°44'	72°07'W	230

TABLA 14
ENSAYOS DE PROGENIE ESTABLECIDOS A PARTIR DE LA
2^{da} COLECCIÓN DE *E. nitens*

ENSAYO	UBICACIÓN Región, Provincia, Comuna	Lat. S	Long. W	Fecha Plantación	Nº de Progenies
Coihue Sur	VIII, Bio-Bío, Mulchén	37°45'	72°06'	1996	155
Las Mellizas	VIII, Bío-Bío, Tucapel	37°12'	71°54'	1996	118
Taico	X, Valdivia, Paillaco	40°02'	72°35'	1996	126

Para los ensayos de esta segunda colección, se utilizó un diseño de bloques incompletos (Lattice). Este es altamente eficiente para ensayos con alto número de tratamientos, que resultan en bloques de gran tamaño que no resguardan la homogeneidad del sitio. La división en sub-bloques evita el efecto que provoca la heterogeneidad del terreno. Por otra parte, el análisis estadístico permite la obtención de información aun faltando progenies o con sub-bloques desbalanceados (sin igual número de tratamientos). Adicionalmente, este diseño facilita la eventual transformación de las poblaciones base en huertos semilleros de plántulas.

El resumen de los resultados obtenidos a partir de este conjunto de ensayos se presenta en la Tabla 15.

TABLA 15
RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LA 2^a COLECCIÓN DE *E. nitens*.

Ensayos	Edad (meses)	Sobrevivencia (%)	Altura (m) $\mu \pm \delta$	DAC (cm) $\mu \pm \delta$	D ² H (m ³) $\mu \pm \delta$
Coihue Sur (Mulchén, VIII Región)	24	97,90	6,6 $\pm$ 1,1	7,1 $\pm$ 1,4	0,03578 $\pm$ 0,01652
	42	97,70	13,9 $\pm$ 1,9	12,7 $\pm$ 2,3	0,23648 $\pm$ 0,09564
Las Mellizas (Tucapel, VIII Región)	8	99,27	1,6 $\pm$ 0,3	4,0 $\pm$ 0,8	0,00280 $\pm$ 0,00138
	15	96,80	9,3 $\pm$ 1,7	8,7 $\pm$ 1,7	0,00704 $\pm$ 0,03211
	39	93,40	13,2 $\pm$ 2,3	13,1 $\pm$ 2,7	0,24346 $\pm$ 0,11750
Taico (Paillaco, X Región)	9	99,40	0,9 $\pm$ 1,2	2,3 $\pm$ 0,8	0,00058 $\pm$ 0,00092
	21	98,60	4,0 $\pm$ 0,9	4,4 $\pm$ 1,4	0,01010 $\pm$ 0,03445
	38	98,40	10,7 $\pm$ 1,3	11,9 $\pm$ 2,7	0,16243 $\pm$ 0,07199

Cabe señalar que estos ensayos fueron establecidos en 1996 cuando la tecnología de producción de plantas y establecimiento de plantaciones estaba mucho más desarrollada que en el momento de la instalación de los ensayos con la primera colección. Este hecho se verifica, en gran medida, con los altos porcentajes de sobrevivencia observados en todos los ensayos (mayores a 93% después del tercer año).

En las evaluaciones se ha detectado que aún no se ha estabilizado el ranking familiar, es decir, las mejores familias a una edad determinada no necesariamente son las mejores en una edad posterior. Lo mismo ocurre a nivel de individuos.

En las Tablas 16, 17 y 18, se presentan los resultados de la última medición, a nivel de procedencias.

TABLA 16
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 42 MESES DE EDAD EN
EL ENSAYO COIHUE SUR

Procedencia	Lugar de Origen		42 meses			
			Sobrev (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
15	Toorongo Plateau	VIC	97,90	13,70	11,84	0,20586
16	7 Km NNW Rubicon	VIC	93,20	14,78	13,52	0,27963
18	Barrington Tops	NSW	97,50	13,17	11,92	0,19527
19	Bowens Rd Mt Monkeyto	VIC	94,80	12,02	10,45	0,14248
20	Rubicon Snobs CK Rd	VIC	100,00	13,68	12,91	0,24718
21	Blue Range Rd	VIC	98,40	14,45	13,28	0,26560
22	Rubicon	VIC	95,30	13,63	12,95	0,24327
23	Thomson SF Erica	VIC	98,70	14,48	13,05	0,25619
24	Barkey R. Rd Mt Skene	VIC	100,00	13,89	12,63	0,23370
25	Macalister	VIC	97,90	13,71	12,93	0,24933
26	Macalister	VIC	97,90	13,79	12,52	0,22482
27	Mt Tanglefoot	VIC	99,00	14,54	13,35	0,27330
28	Matlock	VIC	97,50	14,10	13,15	0,25523
29	Noojeet Mt Matlock Rd	VIC	99,10	14,48	13,26	0,26558
31	Mt Useful	VIC	96,40	13,47	12,20	0,21477
32	Toorongo	VIC	99,00	13,71	12,54	0,22861
33	Mt Horsefall	VIC	97,90	14,85	13,73	0,28962
34	Toorongo	VIC	100,00	13,86	12,87	0,24081
35	Toorongo	VIC	98,60	14,23	12,66	0,23915
36	Thomson Valley Rd	VIC	98,60	14,49	13,41	0,26769
37	Erica	VIC	98,80	14,39	13,12	0,26088
38	Toorongo Plateau	VIC	97,00	13,38	11,81	0,20585

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

De acuerdo a la Tabla 16 se observa un desarrollo que fluctúa entre 10,5 y 13,7 cm de diámetro dentro de todas las procedencias y con un promedio general de 12,7 cm. Las mejores procedencias corresponden a: Mt Horsefall (33), 7 km NNW Rubicon (16) y Thomson Valley Rd. (36) todas ellas pertenecientes al Estado de Victoria en Australia. Es importante hacer notar que sólo uno de los testigos (semilla operacional de las empresas) utilizados en este ensayo superó el promedio general de las procedencias.

Los DAP menores se presentan en las procedencias Bowens Rd Mt Monkeyto (19) y en dos de los testigos nacionales.

En el caso de la variable altura, se observan valores que fluctúan entre 12 y 14,9 m dentro de todas las procedencias y con un promedio general de 13,9 m. Las mejores procedencias corresponden a: N° 33 (Mt Horsefall, VIC) con 14,9 m y N° 16 (7 km NNW Rubicon, VIC) con 14,8 m. En el caso de la altura también sólo un testigo superó el promedio general del ensayo para esta variable.

El menor crecimiento en altura lo presenta el testigo Whitelaw Track (Proveedor O'Connor) y la Procedencia 19 (Bowens Rd. Mt Monkeyto, VIC) con 12,7 y 12,0 respectivamente.

En los resultados a nivel familiar o de progenie las mejores familias, tanto en altura como en DAP, no pertenecen a las mejores procedencias. También es necesario mencionar que el ranking familiar aún presenta muchas variaciones entre mediciones, por lo cual aún no es conveniente hacer una selección final de individuos o procedencias.

TABLA 17
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 39 MESES DE
EDAD EN EL ENSAYO LAS MELLIZAS

Procedencia	Lugar de Origen		39 meses			
			Sobrev (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
15	Toorongo Plateau	VIC	90,50	12,69	12,33	0,20479
16	7 Km NNW Rubicon	VIC	94,30	13,75	13,56	0,26776
18	Barrington Tops	NSW	97,90	12,63	12,71	0,21534
19	Bowens Rd Mt Monkeyto	VIC	88,90	11,83	10,88	0,15522
20	Rubicon Snobs CK Rd	VIC	95,80	12,73	13,00	0,23645
21	Blue Range Rd	VIC	89,50	13,74	13,54	0,26469
22	Rubicon	VIC	96,40	12,81	12,70	0,22316
23	Thomson SF Erica	VIC	94,90	13,63	13,33	0,26176
24	Barkey R. Rd Mt Skene	VIC	93,10	12,91	13,05	0,24233
25	Macalister	VIC	87,00	13,51	13,99	0,26800
26	Macalister	VIC	95,90	12,72	12,56	0,21913
27	Mt Tanglefoot	VIC	92,70	13,62	13,93	0,28594
29	Noojeet Mt Matlock Rd	VIC	92,50	14,01	13,84	0,27823
31	Mt Useful	VIC	96,90	13,27	13,55	0,26151
33	Mt Horsefall	VIC	95,80	14,87	15,48	0,36397
35	Toorongo	VIC	91,70	13,19	12,53	0,22560
36	Thomson Valley Rd	VIC	91,70	13,94	14,63	0,31040
37	Erica	VIC	91,40	13,95	13,70	0,28232
38	Toorongo Plateau	VIC	95,80	13,31	12,91	0,24043

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

Al nivel de procedencias se observa un desarrollo que fluctúa entre 9,1 y 15,5 cm de diámetro, con un promedio general de 13,0 cm. Las mejores procedencias corresponden a: 33 (Mt Horsefall), 36 (Thomson Valley Rd) y 27 (Mt Tanglefoot) todas ellas pertenecientes al Estado de Victoria en Australia. Es importante hacer notar que cuatro de los testigos utilizados superaron el promedio general del ensayo a nivel de procedencias.

Los DAP menores se presentan en las procedencias Bowens Rd. Mt Monkeyto y en dos de los testigos (Antiquina, Infor y Whitelaw Track (Proveedor O'Connor)).

En el caso de la altura se observa un desarrollo que fluctúa entre 10,0 y 14,9 m dentro de las procedencias, con un promedio general de 13,1 m. Las mejores procedencias corresponden a la: 33 (Mt Horsefall), 29 (Noojeet Mt Matlock Rd) y 37 (Erica) todas ellas pertenecientes al Estado de Victoria en Australia. Es importante hacer notar que cinco de los ocho testigos utilizados superaron el promedio general del ensayo.

Las menores alturas en ambas mediciones se presentan en dos testigos y en la procedencia 19 (Bowens Rd Mt Monkeyto, VIC).

A nivel familia, a diferencia del ensayo anterior, las mejores familias coincidieron con las mejores procedencias tanto para las variables DAP como Altura.

TABLA 18
SOBREVIVENCIA, ALTURA, DAP Y D²H A LOS 38 MESES DE EDAD
EN EL ENSAYO TAICO

Procedencia	Lugar de Origen		38 meses			
			Sobrev (%)	Alt (m)	DAP (cm)	D ² H (m ³)
15	Toorongo Plateau	VIC	97,90	10,44	10,97	0,13793
16	7 Km NNW Rubicon	VIC	97,20	10,87	12,12	0,16863
18	Barrington Tops	NSW	99,10	9,86	10,24	0,11299
19	Bowens Rd Mt Monkeyto	VIC	99,20	10,24	10,25	0,11679
20	Rubicon Snobs CK Rd	VIC	98,10	10,49	12,19	0,16860
21	Blue Range Rd	VIC	98,10	10,92	12,46	0,17929
22	Rubicon	VIC	94,40	10,74	12,34	0,17552
23	Thomson SF Erica	VIC	98,50	10,93	12,35	0,17561
24	Barkey R. Rd Mt Skene	VIC	99,20	10,26	11,63	0,15638
25	Macalister	VIC	100,00	10,54	11,78	0,15359
26	Macalister	VIC	97,20	10,29	11,71	0,14949
27	Mt Tanglefoot	VIC	98,10	11,25	13,21	0,20289
28	Matlock	VIC	98,10	10,77	12,20	0,16680
29	Noojeet Mt Matlock Rd	VIC	99,40	10,63	12,16	0,16684
31	Mt Useful	VIC	99,20	10,69	12,02	0,16425
32	Toorongo	VIC	97,20	10,91	12,70	0,18654
33	Mt Horsefall	VIC	100,00	11,16	12,83	0,19370
34	Toorongo	VIC	100,00	10,44	11,54	0,14731
35	Toorongo	VIC	98,10	10,73	12,05	0,17127
36	Thomson Valley Rd	VIC	100,00	11,17	13,25	0,20464
37	Erica	VIC	97,60	10,83	12,19	0,17324
38	Toorongo Plateau	VIC	98,40	10,58	11,22	0,14727

Nota : en negrita se señala la mejor procedencia por variable

VIC : Estado de Victoria

NSW : Estado de Nueva Gales del Sur

Para la variable DAP se observa un rango que fluctúa entre 10,2 y 13,3 cm y un promedio general de 11,9 cm. Las mejores procedencias corresponden a: Thomson Valley Rd. (36), Mt Tanglefoot (27) y Mt Horsefall (33), todas ellas pertenecientes al Estado de Victoria en Australia. Es importante hacer notar que el testigo no superó el promedio general del ensayo.

Los DAP menores se presentan en las procedencias Bowens Rd Mt Monkeyto, VIC (19) y Barrington Tops, NSW (18).

En el caso de la altura, a nivel de procedencias, se observa un desarrollo que fluctúa entre 9,4 y 11,3 m con un promedio general de 10,7 m. Las mejores procedencias corresponden a: 27 (Mt Tanglefoot, VIC) con 11,3 m y la 36 (Thomson Valley Rd, VIC) con 11,2 m. En el caso de la altura los testigos no superaron el promedio general del ensayo para esta variable.

El menor crecimiento en altura lo presentan el testigo Antiquina, Infor (VIII Región) y la procedencia 18 (Barrington Tops, NSW) con 9,9 m.

Considerando el análisis a nivel familiar la mejor familia en cuanto a DAP coincide con la mejor procedencia. Esta correspondencia no se manifiesta para la variable altura.

En el caso de los valores menores para estas variables, las familias se encuentran dentro de las procedencias de menor desarrollo.

A nivel general, para los ensayos ubicados en la VIII Región, la procedencia más adecuada corresponde a Mt Horsefall (33). En el caso del ensayo de la X Región la procedencia con mejores resultados a los tres años de edad es Thomson Valley Rd. (36).

Para todos los ensayos los crecimientos más bajos se obtuvieron con la procedencia Bowens Rd Mt Monkeyto, VIC (19). Se debe señalar que en el ensayo de la X Región se agrega en esta categoría la procedencia Barrington Tops, NSW (18), sin embargo en los ensayos de la VIII Región esta procedencia presenta un mejor desempeño.

2.7 CONCLUSIONES

Las altas tasas de crecimiento y resistencia al frío de *E. nitens* la constituyen en una especie con gran potencial para uso industrial.

Las desventajas asociadas a su menor rendimiento pulpable, en comparación a *E. globulus*, ha motivado que en el último tiempo se dediquen importantes esfuerzos a buscar usos alternativos para su madera, privilegiando aquellos de mayor valor agregado.

La información derivada de los ensayos de procedencias y progenies de INFOR ha sido concluyente para identificar las procedencias de mayor valor productivo. Las mejores procedencias para los ensayos de la primera colección de *E. nitens* introducida al país son:

- Para el caso de San Lorenzo (VIII Región), El Morro (VIII Región) y Vista Alegre (X Región) las mejores procedencias son Rubicon y Toorongo Plateau.
- El ensayo de El Bajo (XI Región) presenta mejores resultados con Toorongo Plateau y luego Rubicon. En general en esta primera colección los mejores resultados en crecimiento se obtuvieron con procedencias del estado de Victoria.
- La excepción fue el ensayo El Durazno (Límite norte de la VIII Región) donde las mejores procedencias fueron Glenbog State y Anembo Tallaganda ambas pertenecientes al estado de Nueva Gales del Sur (NSW).

Al analizar los resultados obtenidos en los ensayos establecidos con la segunda colección de *E. nitens* denominada "Victoria Central" aparece una nueva procedencia que supera a Rubicon y Toorongo Plateau, y se señala como Mt. Horsefall perteneciente al estado de Victoria. También las procedencias anteriores son superadas por Thomson Valley Rd (Victoria). Sin embargo cabe hacer notar que todas las procedencias del estado de Victoria presentan gran similitud geográfica y es muy difícil establecer sus límites de incidencia.

La utilización de la información anterior, sumada al progreso de su programa de mejoramiento genético y la conservación de la base genética representada en sus ensayos, son elementos fundamentales para impulsar el uso de la especie e incrementar su rendimiento productivo.

2.8 AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al señor José Antonio Prado las acuciosas revisiones de las versiones preliminares de este capítulo.

2.9 REFERENCIAS

- Alvear, C. y Prado, J. 1993.** Desarrollo y parámetros genéticos de *Eucalyptus nitens* en el centro y sur de Chile. En: Actas Simposio Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile. Pucón, Chile. 24 al 26 de Noviembre. pp: 81-97.
- Barros S. 1993.** Crecimiento Juvenil de Especies y Procedencias de *Eucalyptus*, Los Copihues Provincia de Valdivia X Región. En Actas Simposio Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile, Pucón, Chile, 24 al 26 de Noviembre.
- Cook, I. y Ladiges, P.** Morphological variation within *Eucalyptus nitens* s. lat and recognition as a new specie, *E. denticulata*. Australian Systematic Botany 4. pp: 375-390.
- Cotterill, P. y Brolin, A. 1997.** Improving *Eucalyptus* wood, pulp and paper quality by genetic selection. IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. Salvador, Brasil. 24-29 August. Vol. 1. 1-13.
- Infante, P.; Ipinza, R. y Prado, J. 1991.** Bases para la mejora genética de las especies del género *Eucalyptus* en Chile. Ciencia e Investigación Forestal 5(1): 96-150.
- INFOR-CORFO. 1986.** Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. (Gerencia de Desarrollo AF 86/32). Santiago, Chile. 168p.
- INFOR. 1995.** Apuntes Día de Campo. Proyecto FONDEF FI-15: Mejoramiento Genético del *Eucalyptus* en Chile. Septiembre.
- INFOR. 1997.** Informe Final Proyecto FONDEF FI-15. Mejoramiento Genético del *Eucalyptus* en Chile. Mayo.
- INFOR. 2001.** Informe Final Proyecto FDI: Escalamiento de las Técnicas de Plantación y Manejo de las Principales Especies de *Eucalyptus* Plantadas en Chile.
- INFOR. 2002.** Estadísticas Forestales. 2002. Boletín Estadístico N° 84, Santiago, Chile. 145p.
- Ipinza, R.; Molina, M. 1998.** Análisis Genético Multivariado y Catálogo de Valores Genéticos de Ensayos de Progenie y Procedencia de *Eucalyptus nitens*, en Chile. Actas Primer Simposio Latinoamericano IUFRO: El manejo sustentable de los recursos forestales. Desafíos del siglo XXI. Valdivia, Chile.
- Molina, M.; Gutiérrez, B. e Ipinza, R. 2001.** Comportamiento de la heredabilidad y los "rankings" individuales en un ensayo de progenies-procedencias de *Eucalyptus nitens* en función del tiempo e intervenciones de raleo. En: Actas Simposio Internacional IUFRO. Desarrollando el Eucalipto del Futuro. Valdivia, Chile. 10 al 15 de septiembre de 2001.
- Pederick, L. 1979.** Natural variation in shining gum (*Eucalyptus nitens*). Aust. For. Res. 9: 41-63.
- Prado, J. A.** Selección de Procedencias de varias especies del Género *Eucalyptus* para la zona centro-sur de Chile. En Actas Simposio Manejo Silvícola del Género *Eucalyptus*, Viña del Mar, Chile, junio 1988.

PROPAGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden

Braulio Gutiérrez C.
María Paz Molina B.
Patricio Alzugaray O.

3.1 INTRODUCCIÓN

Eucalyptus nitens es una especie que en forma natural se propaga a través de semillas. Este mismo sistema se utiliza en forma operacional para la producción de plantas, la que normalmente se realiza en viveros, utilizando contenedores y obteniendo plantas apropiadas para el establecimiento de plantaciones forestales, en el lapso de una temporada de viverización.

Aun así, diversas alternativas de propagación han sido probadas en esta especie. Se han utilizado distintos procedimientos de propagación vegetativa, incluyendo técnicas tradicionales de macropropagación como la injertación y el enraizamiento de estacas, así como también procedimientos de micropropagación. Entre otros procedimientos, menos tradicionales para especies forestales, se ha sugerido también el uso de sistemas de cultivo hidropónico.

En este capítulo se discuten las particularidades más relevantes de cada sistema de propagación, sus posibles aplicaciones y factibilidad técnica como mecanismo de propagación operacional de *E. nitens*. Por su relevancia, se brinda una mayor atención a la propagación tradicional por semillas, analizándose también los avances logrados a la fecha en la micropropagación y sus potencialidades. En relación con los demás sistemas de propagación se mencionan resumidamente sus aspectos y aplicaciones más importantes.

3.2 PROPAGACIÓN POR SEMILLAS

3.2.1 Abastecimiento de Semillas

En general las especies de eucalipto florecen y producen abundante cantidad de semillas todos los años. En el caso de *E. nitens*, en Australia la floración se manifiesta a partir de los 4 años (Tibbits, 1991). La misma situación se ha observado en Chile, en la VIII Región, aunque también se han detectado familias e individuos de florecimiento más precoz (Rojas et al., 1993). Por el contrario, en Sudáfrica la floración rara vez ocurre antes de los 10 años (Van Wyk, 1981).

En Australia la floración de *E. nitens* se manifiesta entre enero y marzo o abril, tal como se ha observado en la precordillera de la VIII Región en Chile (Tabla 19).

Las semillas se encuentran maduras y apropiadas para colecta entre noviembre y enero (Barros, 1989). Según Rojas et al. (1993) la cosecha de semillas de esta especie debe programarse para octubre, cuidando que la semilla esté completamente constituida, es decir, con un adecuado desarrollo embrionario, formación de endosperma y cubierta seminal.

Se estima que 10 a 12 meses después de la pérdida de estambres y anteras la semilla está madura para ser cosechada. Sin embargo, a los 7 meses podría encontrarse semilla en buen estado, dependiendo de la evolución de las variables meteorológicas observadas durante el año.

El número de semillas por cápsula de *E. nitens* es reducido. Esta situación probablemente obedece a la falta de vectores de polinización, pues cuando se practica polinización controlada, el número de semillas por cápsula aumenta significativamente. Esto indica que el factor limitante es la insuficiente cantidad de polen que llega al estigma durante la polinización abierta (Rojas et al., 1993), situación que en huertos de polinización abierta se puede mejorar incorporando panales de abejas.

El número de semillas por kg en esta especie fluctúa entre 1 y 2 millones de semillas, de acuerdo a información de fuentes nacionales. Según Boland (1980), en condiciones naturales el número de semillas varía entre 1,4 y 3,8 millones por kg. Turnbull y Doran (1987) establecen un rango entre 136.000 y 406.000 semillas viables por kilo; Boland et al. (1980) señalan un rango entre 264.000 y 560.000 semillas viables por kg.

TABLA 19
FENOLOGÍA FLORAL DE *E. nitens* EN TASMANIA, AUSTRALIA
Y DOS SITIOS DE LA VIII REGIÓN, CHILE

	MESES																																
LOCALIDAD	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Tasmania	1	1	1	1	2	2		3	3	3					5	5	5	5					7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6					
Costa VIII Región (Colcura)		1	1	1	1	2	2	3	3	5	5	5	5	5	5	5				7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
			4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6								
Precordillera VIII Región (Rucamanqui)		1	1	1	1	2	2	2	3	3	3		5	5	5	5								7	7	7	7	7	7				
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6								

FUENTE: Rojas et al., 1993

Donde :

1. Iniciación de inflorescencias
2. Pérdida de brácteas
3. Pérdida de opérculo externo

4. Yemas florales
5. Floración, pérdida de opérculo interno
6. Semilla inmadura
7. Semilla madura

A diferencia de lo que ocurre con *E. globulus*, del cual existe una “raza local” bien adaptada y con una amplia base genética como fuente apropiada de semillas para la producción de plantas, en *E. nitens* se ha observado que la semilla importada desde Australia resulta más adecuada que la colectada localmente. (Observación: existen estudios que afirman lo contrario, debido a la contaminación con otras especies y endogamia de algunos bosques naturales de Australia). Por esta razón la fuente tradicional de abastecimiento de semillas de *E. nitens* la han constituido proveedores australianos, tanto privados como dependientes del gobierno federal (CSIRO) o estatal. En el último tiempo esta situación ha tendido a revertirse, existiendo proveedores nacionales que ofrecen semilla colectada de plantaciones establecidas en el país, originadas de las procedencias australianas mejor adaptadas. Por otra parte, existen antecedentes que basándose en la contaminación con otras especies y la endogamia de algunos bosques naturales de Australia, afirman que las fuentes locales serían mejores que las naturales.

Particularmente los ensayos de progenies y procedencias establecidos por INFOR han permitido detectar que las procedencias de Victoria Central, Australia, son las más adecuadas para el cultivo de *E. nitens* en Chile (Toorong Plateau, Rubicon y Macalister).

Actualmente existen en el país rodales semilleros de esta especie, contándose también con un huerto semillero de plántulas establecido por INFOR a partir de la depuración de un ensayo de progenies. Este se encuentra en la VIII Región, comuna de Santa Bárbara, en la Hacienda San Lorenzo.

Como para cualquier especie, la semilla de *E. nitens* puede adquirirse a terceros o cosecharse directamente. En el primer caso es fundamental indicar al proveedor la procedencia deseada o señalarle las condiciones de clima y suelo donde se quiere plantar. También es importante solicitar la certificación física de la semilla y en lo posible su origen genético. En el caso de cosecha se deben privilegiar rodales de buen desarrollo e idealmente concentrar la colecta sobre los mejores árboles del rodal.

Después de la colecta de los frutos se debe proceder a la extracción de las semillas e idealmente a su análisis. Este último entregará información (como pureza, viabilidad y capacidad germinativa) que resulta fundamental para planificar y dimensionar la siembra.

Para la extracción de las semillas desde las cápsulas se hace uso de la dehiscencia natural que éstas experimentan al secarse. El secado de las cápsulas puede efectuarse en hornos o al aire. En el primer caso se usan temperaturas de hasta 40°C, en un proceso que dura entre 36 y 40 horas, mientras que la liberación de las semillas por el secado al aire requiere esparcir los frutos sobre lonas o plásticos, en un lugar seco y bien ventilado por 3 a 4 días (Barros, 1991).

Posteriormente, la agitación o sacudido vigoroso de los frutos secos permite la liberación de todas las semillas desde su interior.

Generalmente las semillas de *E. nitens* se adquieren en función de la producción anual de plantas, por lo que el periodo de almacenamiento no se extiende por más de un año (Bahamóndez et al., 1994). Durante este periodo las semillas deben mantenerse en condiciones de baja temperatura y humedad relativa. Las condiciones propias de un refrigerador doméstico (2-4°C) resultan adecuadas, incluso permiten conservar la semilla por periodos más largos sin afectar significativamente su viabilidad. Boland et al. (1980) señalan que las semillas de eucaliptos pueden guardarse hasta por 20 años si las condiciones de humedad y temperatura se mantienen entre 8 a 10% y 3 a 5°C respectivamente. En general se utilizan bolsas plásticas o envases rígidos de plástico, metal o vidrio.

Para prevenir daños causados por hongos durante el almacenamiento, las semillas deben ser tratadas con fungicida. El tratamiento habitual consiste en la aplicación de Pomarsol a razón de 2 a 3 g por kg de semillas.

3.2.2 Tratamientos Pregerminativos

La mayoría de las semillas de *Eucalyptus* germinan bien sin tratamiento pregerminativo alguno (Barros, 1991). Aun así, el remojo en agua por 24 a 48 horas permite acelerar, homogeneizar y asegurar su germinación.

Para algunas especies de *Eucalyptus*, entre ellas *E. nitens*, Boland et al. (1980) recomiendan una estratificación fría por tres semanas. No obstante, en la práctica se ha observado que un remojo en agua fría (25°C) por 24 horas antes de la siembra es suficiente para homogeneizar la germinación de esta especie.

3.2.3 Viverización

La producción de plantas de *E. nitens*, aunque puede realizarse a raíz desnuda, tradicionalmente se ha hecho a raíz cubierta, en contenedores (Figura 6). El objetivo final es producir plantas de la más alta calidad, de manera tal de maximizar sus tasas de supervivencia y crecimiento inicial una vez establecidas en terreno (Escobar y Sánchez, 1992).



FIGURA 6
PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *E nitens* EN AUSTRALIA
(VIVERO GUNNS)

Para efectos prácticos el proceso de viverización se divide en etapas que van desde los preparativos para la siembra hasta el despacho de las plantas a terreno para la plantación. Durante todo el proceso las actividades se orientan a obtener plantas que cumplan con estándares de calidad predefinidos, los que determinan la forma de efectuar la viverización y manejar las plantas en vivero.

3.2.3.1 Sustratos y Contenedores

En la década de los 90 habitualmente se utilizaba como sustrato tierra vegetal y suelo del lugar del vivero. Dada la decreciente disponibilidad de la tierra vegetal o “de hojas”, se fueron probando y desarrollando diferentes tipos de sustrato, especialmente subproductos de procesos agrícolas y forestales. Dentro de este último grupo el más difundido y utilizado para la producción de plantas de *Eucalyptus* es la corteza de pino compostada.

La corteza de pino es un sustrato adecuado, que combina bajo costo, disponibilidad, y bajo peso específico (Toval, 1983). Esta última característica representa una ventaja asociada al transporte de las plantas. Por otra parte, este sustrato exhibe una adecuada porosidad, que favorece la formación de un sistema radicular fibroso y ramificado en todas las direcciones; pH apropiado para la mayor parte de los cultivos. También constituye un material inerte y por tanto exento de semillas de malezas. Según Tinus y Mc Donald (1979) su Capacidad de Intercambio Catiónico no es muy alta (lo que está directamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes), pero ésta aumentaría si se utiliza la corteza de pino mezclada con algún otro sustrato.

Sin embargo, la corteza obtenida directamente del desecho de las plantas industriales, no reúne las condiciones de humificación necesarias para el buen desarrollo del sistema radicular. Presenta partículas de gran tamaño, lo que no es apropiado para el sostén mecánico de la planta y además su fertilidad es baja, por no presentar un estado de descomposición adecuado. Por lo mismo, su transformación en sustrato útil para la producción de plantas demanda un proceso adicional.

Como parte de este proceso la corteza se muele con algún tipo de chancador, luego se apila y se le agrega urea y carbonato de calcio para producir la fermentación; el proceso se puede acelerar agregando melaza, que favorece la acción de los microorganismos responsables de la fermentación. Esta mezcla debe ser movida unas 3 o 4 veces durante el tratamiento con el fin de aumentar el contenido de oxígeno. El momento de mover la mezcla está determinado por la temperatura que alcanza. Esta labor debe efectuarse cuando ésta pasa los 75°C. La humedad es controlada durante

el proceso y no debe sobrepasar el 60%. También se debe controlar el pH, dado que durante el proceso éste llega a valores de 4 a 4,5. La aplicación de carbonato de calcio reduce la acidez (INFOR, 1994). Se debe destacar el comportamiento de la corteza como un buen sustrato, además de ser económicamente mucho más ventajosa, dado que totalmente preparada para su uso en los cultivos de vivero es 18 veces más económica que la turba rubia y 15 que la turba negra (Toval, 1983).

Actualmente existe una gran disponibilidad de proveedores de este tipo de sustrato. Muchas de las principales empresas forestales del país lo producen, tanto para autoconsumo como para venta a terceros. Las calidades son muy similares y últimamente se ha hecho más común la incorporación de fertilizantes de lenta entrega, lo cual aumenta significativamente su calidad.

En la temática de contenedores, en el mercado nacional e internacional existe la más diversa gama de estos productos para cultivar plantas del género *Eucalyptus*, desde las bolsas de polietileno hasta los más sofisticados styroblocs. Lo importante a considerar al momento de elegir el tipo de contenedor es que permita producir una planta de calidad para el sitio donde será establecida. Si opta por bolsas de polietileno, el viverista debe tener la precaución de no mantener las plantas en ellas por mucho tiempo, dado que las raíces traspasarán la bolsa y continuarán creciendo en el suelo y al momento de llevarlas a plantación dejarán gran parte de sus raíces activas en el vivero. Para evitar este problema se deberán mover periódicamente las bolsas, provocando de esta forma la poda de las raíces insertas en el suelo y favoreciendo así la proliferación de éstas dentro de la bolsa. Por el contrario si se elevan del suelo o se colocan sobre una superficie impenetrable, prolongar el período de viverización más de la cuenta resultará en el espiralamiento de raíces, lo que producirá en el mediano y largo plazo problemas de crecimiento y estabilidad en la plantación. A pesar de que con este sistema se obtiene un gran volumen de raíces, también se debe considerar que el costo asociado es mayor debido a volumen de sustrato (superior a 500 cm³ con bolsas de 10 x 20 cm) y mano de obra involucrada (llenado, movimientos, etc.).

Los contenedores de baja capacidad volumétrica son los más utilizados en la producción de plantas a gran escala, principalmente en los viveros de las grandes empresas forestales del país. Existen diversos tipos de contenedores, siendo los principales i) bandejas plásticas o de poliestireno expandido (plumavit) con cavidades de tamaños diversos de 45, 55 y 75 cm³ entre las más utilizadas y ii) tubetes, los que se caracterizan por ser unidades independientes con tamaños de 68, 90, 98 y 120 cm³.

Las ventajas de este tipo de contenedores son: permite la mecanización de las faenas de llenado y siembra; muy buena formación y estructura del sistema radicular y un fácil traslado a la plantación. Además son fáciles de llenar, se pueden poner en estructuras elevadas que facilitan el trabajo y producen una poda natural de las raíces, favoreciendo el desarrollo de raicillas; si están bien diseñados no producen malformación de raíces. La mayor desventaja se asocia principalmente al alto costo de la inversión inicial, pero dado que son reutilizables, lo que sumado a su fácil manipulación, permite la recuperación de esta inversión en 2 o 3 temporadas.

Los contenedores en general son sometidos a un baño de desinfección con hipoclorito de sodio. Posteriormente, para evitar la penetración de las raíces en las paredes del contenedor (problema frecuente en bandejas de poliestireno expandido) y favorecer la poda química de las raíces, se recubre la pared interna de los contenedores con una solución de oxiclورو de cobre diluida en un látex fijador (plazdip). Este tratamiento favorece el desarrollo de raicillas laterales mejorando la estructura radicular del pan. La mezcla utilizada se compone de 50 litros de Plazdip, 180 a 200 litros de agua y 28 kg de oxiclورو de cobre (INFOR-FONDEF, 1994).

3.2.3.2 Siembra

El tiempo de permanencia de las plantas en vivero y por lo tanto, el tamaño que se desea alcanzar, está relacionado con la época de siembra (Montero, 1987). Las semillas de las especies de crecimiento rápido, como *Eucalyptus nitens*, se deben sembrar a fines de primavera, para favorecer el poder germinativo (Goor, 1967 cit. Montero, 1987). En la zona central del país se aconseja sembrar las semillas durante la segunda quincena de noviembre, ya que la temperatura adecuada para la germinación es de aproximadamente 20°C (Parra, 1986; Barros, 1991), siendo más temprana o tardía la fecha de siembra, según se avance hacia el sur o norte, respectivamente (Boland et al. Cit. Barros, 1991).

La siembra en sistemas de contenedores se puede efectuar en forma automatizada o manual. La siembra manual se hace utilizando dosificadores de tipo hortícola, sembrando 2 a 3 semillas por receptáculo, ya que resulta más fácil ralear que repicar, tapando luego la semilla con un sustrato mas fino y realizando un riego a baja presión.

Otro método ampliamente utilizado es la siembra en almacigueras y posterior repique hacia los contenedores o macetas. Un sistema que entrega buenos resultados es el uso de cajas de 60x40 cm y 10 cm de altura, plásticas o de madera, en las cuales se siembra semilla para obtener unas 1.000 plántulas. El sustrato debe ser esterilizado a fin de eliminar insectos, hongos y semillas de maleza (INFOR-FONDEF, 1994). Se recomienda el uso de arena o vermiculita como sustrato, pero puede utilizarse tierra vegetal. Estas almacigueras deben estar en condiciones de semisombra para que ocurra la emergencia de las plántulas. Ésta se puede obtener mediante un sombreadero de malla plástica negra, ramas u otro material logrando una cobertura ideal de 30-50% de semisombra (Serra, 1997). Durante las primeras semanas se debe regar con aspersor 2 veces al día, para luego continuar con un riego diario. Además, se deben realizar aplicaciones preventivas de fungicidas e insecticidas. Transcurridos 30 a 45 días de la siembra, cuando las plántulas además de los cotiledones en la almaciguera tengan uno o dos pares de hojas verdes, se debe realizar el repique. El repique también puede realizarse en estado de plántula, es decir cuando sólo tiene los cotileones, lo cual hace más fácil el repique y evita que se doble la raíz. Después del repique las plantas deben quedar en semisombra por un periodo de 10 a 20 días, aplicando cuidados similares a los efectuados en la almaciguera (riego y control químico).

Para obtener plantas de 30-35 cm de altura con adecuada lignificación, se requieren 6-7 meses desde la siembra hasta el momento de la plantación (Parra, 1986).

3.2.3.3 Manejo

El manejo de las plantas en vivero debe estar estrechamente coordinado con las condiciones ambientales y los planes de utilización del material producido, en el sentido de sembrar en forma suficientemente anticipada para que las plantas alcancen una condición morfológica y fisiológica óptimas para ser establecidas en terreno. Prolongar excesivamente el período de viverización se traducirá en plantas desbalanceadas en su relación tallo - sistema radicular, lo que producirá problemas de supervivencia en el sitio de plantación.

En el cultivo de *Eucalyptus nitens* se identifican claramente tres etapas en las que es necesario aplicar diferentes esquemas de irrigación y fertilización para obtener la planta deseada: i) Siembra a emergencia de plántulas, ii) Crecimiento acelerado y iii) Acondicionamiento. A continuación se detallan los aspectos de nutrición y riego más relevantes a considerar dentro de cada una de estas etapas.

i) Siembra a emergencia de plántulas.

Durante esta etapa es fundamental mantener el sustrato con humedad suficiente para favorecer la germinación de la semilla y el crecimiento inicial de las plantas, evitando excesos que pudieran facilitar la formación de hongos en la semilla o en la planta. Es necesario tener presente que en este estado de desarrollo la planta se encuentra más vulnerable a todos los agentes dañinos, ya sean bióticos y abióticos, por lo que el viverista tiene que ser muy cuidadoso en cuanto a las prácticas aplicadas y estar muy alerta ante la respuesta de las plantas a estas prácticas. Tratamientos inadecuados serán percibidos por el viverista en la forma de crecimientos y coloración anormales y, en los casos extremos, en mortalidad de plantas.

En relación a la nutrición, la aplicación de fertilizantes en esta etapa no es necesaria, por cuanto la planta recién emergida satisface sus demandas nutricionales a partir de las sustancias de reserva que le brinda la semilla. Una vez que la planta abra su primer par de hojas verdaderas, recién será necesario suministrarle nutrientes adicionales para completar sus incipientes procesos metabólicos y acelerar su crecimiento.

En el mercado se dispone de diversas mezclas de fertilizantes solubles apropiados para esta etapa de desarrollo de las plantas, entre ellos, el Peters Professional Plant Starter (9-45-15) de Scotts y el Ultrasol Inicial (15-30-15) de Soquimich Comercial. La característica común de estos productos

es que se trata de mezclas de macroelementos en que existe una mayor proporción de fósforo, elemento que promueve el desarrollo radicular. Generalmente se aplican una vez por semana, a través del sistema de riego, o siguiendo las instrucciones indicadas por el fabricante.

ii) Crecimiento acelerado.

En esta etapa el objetivo es maximizar la tasa de crecimiento de la planta, con el fin de alcanzar al final de la temporada de viverización, plantas morfológicamente adecuadas para ser establecidas en sitios específicos. Se podrán producir plantas más grandes desde el punto de vista de la longitud del tallo en la medida que sean establecidas en sitios en los que estarán expuestas a menor estrés hídrico y viceversa. Para alcanzar este objetivo se recomienda regar las plantas frecuentemente con volúmenes de agua moderados y aumentar gradualmente la dosis y frecuencia de las fertilizaciones. El nitrógeno es el elemento que se aplica en mayor proporción en esta etapa de desarrollo. Los fertilizantes Peters Professional General Purpose en sus diferentes formulaciones, All Purpose (21-5-20), Conifer Grower (20-7-19) de Scotts y el Ultrasol Crecimiento (25-10-10) de Soquimich son algunas de las opciones disponibles en el mercado para satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas durante esta etapa.

iii) Endurecimiento.

Una vez que las plantas están próximas a alcanzar las dimensiones esperadas y el ambiente comienza a ser más desfavorable (reducción de temperaturas y fotoperíodo) se reducen gradualmente la frecuencia y volumen del riego y se disminuye el aporte de nitrógeno. En esta fase se utiliza una mezcla de fertilizantes con una baja proporción de nitrógeno y una alta participación de potasio, elemento que le permitirá a las plantas mejorar su resistencia al estrés.

En esta etapa el objetivo es desacelerar el crecimiento de las plantas y prepararlas para soportar condiciones adversas en el sitio de plantación. Las opciones disponibles en el mercado para esta etapa de desarrollo son el Peters Professional Conifer Finisher (4-25-35) de Scotts y el Ultrasol Pinta (0-5-48) de Soquimich.

En relación a los micronutrientes, las plantas los requieren en escasa proporción, y están presentes en todas las mezclas de fertilizantes comerciales mencionadas para las distintas etapas de la viverización. Por lo mismo no es necesario hacer un tratamiento especial de este tema.

Durante el proceso de viverización es recomendable monitorear periódicamente el desarrollo de las plantas con el fin de detectar deficiencias nutricionales, toxicidad y/o crecimiento desproporcionado por aplicación inadecuada de fertilizantes. Esto se puede realizar a través de la observación de síntomas externos en combinación con análisis de tejidos. La Tabla 20 muestra concentraciones foliares referenciales de nutrientes en plantas de eucalipto producidas en contenedores.

TABLA 20
CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES EN EUCALIPTO
PRODUCIDO EN CONTENEDOR.

NUTRIENTE	SÍMBOLO	RANGO ADECUADO
Nitrógeno	N	1,0-2,0%
Fósforo	P	0,1-0,3%
Potasio	K	Mayor a 1,0%
Calcio	Ca	0,3-0,6%
Magnesio	Mg	0,18%
Zinc	Zn	20-30 ppm
Manganeso	Mn	160-300 ppm
Fierro	Fe	150-300 ppm
Cobre	Cu	1,0-2,0 ppm
Boro	B	250-300 ppm

FUENTE: INFOR, 1994

3.2.3.4 Calidad de las Plantas

El comportamiento en terreno será, en definitiva, la prueba que determine la calidad del material producido en vivero. Plantas de buena calidad son aquellas capaces de sobrevivir estreses ambientales prolongados y crecer vigorosamente en el sitio de plantación (Johnson y Cline, 1991). Ante óptimas condiciones fisiológicas, la morfología de las plantas es un buen indicador de calidad (Ritchie, 1984). Entre los parámetros morfológicos, la altura y el diámetro del tallo son los más usados por viveristas como criterios para evaluar la calidad de las plantas (Mexal y Landis, 1990; Mexal y South, 1990). Sin embargo la altura no siempre es confiable (Boyer y South, 1987). El diámetro de tallo es un mejor criterio de evaluación de calidad de plantas, ya que al parecer integra la respuesta completa del ambiente sobre la morfología de la planta, al estar estrechamente correlacionado con otros atributos morfológicos como la biomasa aérea, radicular y total de la planta (Mexal y Landis, 1990).

El viverista debe producir las plantas con el mayor diámetro de tallo que un costo razonable le permita. Los principales factores de manejo en vivero que afectan el diámetro de las plantas son la densidad del cultivo; a menor densidad mayor diámetro; la nutrición de las plantas y el tamaño del contenedor. Se recomienda que al final del periodo de viverización las plantas exhiban un diámetro de cuello mayor a 5 mm y una altura cercana a 25 cm (INFOR, 1994).

3.3 PROPAGACIÓN VEGETATIVA

3.3.1 Macropropagación

Todos los métodos de macropropagación vegetativa han sido probados en *Eucalyptus*, destacándose entre ellos al enraizamiento de estacas que permite obtener una gran cantidad de réplicas de los árboles selectos, demandando estructuras menos sofisticadas que el cultivo *in vitro* y evitando la laboriosidad y problemas de incompatibilidad asociados al uso de injertos.

El enraizamiento de estacas es un procedimiento que ha permitido obtener un éxito considerable en la propagación y masificación de ganancias genéticas de programas de mejoramiento en especies de *Eucalyptus* subtropicales. Las experiencias más conocidas y difundidas en el ámbito mundial corresponden a *E. grandis*, *E. tereticornis* y algunos híbridos. Estas fueron desarrolladas inicialmente en El Congo y Brasil algunas décadas atrás. También ha sido usado exitosamente para propagar especies de clima templado, como *E. globulus*, existiendo programas operativos de producción de plantas por este método en España, Portugal, Francia y otros.

No obstante, *E. nitens* es una especie clasificada como difícil de enraizar, ofreciendo dificultades mayores a las que presenta el enraizamiento de *E. globulus*. De Little et al. (1992, cit. por Rojas et al., 1993) señalan que la especie tiene problemas para propagarse vegetativamente y que los resultados de su propagación clonal por macro o microestaquillas han sido pobres.

Dado que su capacidad rizogénica está determinada fuertemente por efectos clonales, existiendo una muy escasa proporción de individuos que exhiben capacidad de enraizamiento compatible con la clonación operacional, el uso de esta técnica no ha constituido una forma común de propagar *E. nitens*.

Los detalles de esta forma de propagación escapan a los objetivos de este capítulo y pueden consultarse detalladamente en la bibliografía (Ipinza y Gutiérrez, 1992; Gutiérrez et al., 1994; Gutiérrez, 1995; Awad y Gutiérrez, 1997).

En cuanto a técnicas de injertación, en *E. nitens* se han usado sólo con fines muy particulares, no constituyendo una forma tradicional de propagar a esta especie.

La injertación en *E. nitens* se ha utilizado fundamentalmente para obtener réplicas vegetativas de árboles plus y así conservar genotipos valiosos, respaldarlos en bancos clonales o establecer huertos semilleros clonales.

Las técnicas de injertación utilizadas corresponden a las denominadas de botella y de hendidura simple. La primera corresponde a un injerto lateral, en el cual la porción media de la púa se empalma con el tallo de una planta patrón, mientras que la base de la púa se mantiene inmersa en un

recipiente con agua. El injerto de hendidura simple, por su parte, corresponde a una variante en la cual la púa se inserta apicalmente sobre un patrón decapitado. Ambas formas de injertación están suficientemente detalladas en la bibliografía y pueden consultarse en Hartmann y Kester (1990) y Emhart (1998).

3.3.2 Micropropagación

Las técnicas de micropropagación ofrecen grandes ventajas para masificar material genético de alto valor productivo. En *E. nitens* se han desarrollado protocolos de organogénesis a partir de segmentos nodales, los cuales han permitido obtener plantas micropropagadas (Figura 7).

El proceso completo involucra una serie de etapas discretas, las que corresponden a: i) desinfección y establecimiento, ii) inducción de brotes, iii) enraizamiento y iv) endurecimiento o aclimatación.



FIGURA 7
MICROPROPAGACIÓN DE *E. nitens*

3.3.2.1 Desinfección y Establecimiento

El primer problema que debe enfrentar el cultivo *in vitro* es lograr establecer los explantes en el medio de cultivo sin que éste se contamine.

En *E. nitens*, González et al. (2001 B) probaron diferentes protocolos de desinfección sobre segmentos nodales, concluyendo que hipoclorito de sodio, de calcio y etanol por sí solos no son suficientemente efectivos en el control de los contaminantes. Por otra parte, al mezclar los productos anteriores con fungidas, si bien se consigue mejorar la desinfección, se producen también grados no deseados de necrosis y oxidación de los explantes.

De acuerdo con el estudio anterior (op. cit.), el protocolo de asepsia más eficiente, en términos de reducir contaminación de los medios sin provocar necrosis ni oxidación en los explantes, resultó ser la inmersión de los segmentos nodales en: etanol 50% por 1 min y después en hipoclorito de sodio al 1%, durante 7 min. Con este procedimiento obtienen un 95 a 98% de asepsia y menos de un 5% de brotes oxidados o necróticos.

Casanova y Vega (2002) evalúan protocolos alternativos de desinfección para segmentos nodales provenientes de réplicas injertadas de individuos selectos de *E. nitens*. El mejor tratamiento arrojó una sobrevivencia del 47,3% de los brotes. Este consistió en un lavado de los explantes con agua corriente más 3 gotas de lavalozas, remojo durante 30 minutos en una solución de agua con funguicida (Captan y Benlate, 20 mg de c/u a 200 ml de agua destilada), remojo por 10 minutos en una solución de hipoclorito de sodio (cloro comercial 100 ml/l), tres enjuagues con agua destilada estéril, y un remojo de 20 minutos en solución antioxidante.

3.3.2.2 Inducción de Brotes

La principal ventaja de la micropropagación es la alta tasa de multiplicación que se puede obtener a partir de un genotipo en particular. Esta propiedad está determinada por el grado de proliferación (multiplicación de brotes) del material en propagación.

En el caso de *E. nitens*, González et al. (2001 A) evaluaron el efecto de la bencilaminopurina (BAP) y el ácido naftalenacético (ANA) sobre la proliferación de brotes in vitro de esta especie, utilizando como sustrato base el medio MS (Murashine-Skoog).

Los resultados obtenidos demostraron que los medios que contenían 0,1 y 1 mgL⁻¹ de BAP + 0,01 mgL⁻¹ de ANA, fueron los que indujeron el mayor porcentaje (>95%) de brotes múltiples. Los coeficientes de multiplicación que se obtuvieron en estos medios oscilaron entre 2 y 8, dependiendo del clon, lo cual evidenció la respuesta clonal de esta especie al proceso de proliferación. Por otra parte, se observó que la respuesta a la proliferación se encuentra condicionada por la edad del material parental. Es así como el coeficiente de multiplicación promedio de material proveniente de clones juveniles fue de cinco, y el de clones adultos fue de sólo tres. Evaluaciones posteriores indicaron que la mejor concentración de BAP para la inducción de proliferación fue de 0,1 mgL⁻¹, ya que concentraciones mayores de citoquininas, debido a su efecto antagónico con las auxinas, pueden tener un efecto inhibitorio en el proceso de enraizamiento.

Estos mismos resultados son confirmados por Tapia et al. (2001) quienes agregan que el material juvenil responde más rápido y produce brotes más largos y en mayor cantidad que el material adulto.

3.3.2.3 Enraizamiento

Una vez culminada la fase de inducción de brotes, estos deben separarse e inducir en ellos la formación de raíces para obtener una planta completa. En este proceso las auxinas juegan un papel fundamental, por lo cual los brotes obtenidos deben cambiarse a un medio de cultivo enriquecido con este regulador de crecimiento.

González et al. (2001 C) dividen el proceso de enraizamiento en dos fases; i) inducción del primordio radicular y ii) desarrollo radicular. Adicionalmente, estudian los factores determinantes de ambas fases sobre el enraizamiento de *E. nitens*.

En la fase de inducción probaron distintas concentraciones de auxinas, formas de aplicación, medios de cultivo, tiempos de inducción y efecto de la oscuridad; en la fase de desarrollo evaluaron el efecto de diferentes medios de cultivo. Al respecto, los resultados obtenidos permiten concluir los siguientes tratamientos como los más adecuados para cada fase:

i) Fase de Inducción de raíces:

a) Inducción en MS1/2 sin NH₄NO₃ + Ca(NO₃)₂ 300mgL⁻¹ + 3 mgL⁻¹IBA + 1 mgL⁻¹ANA.

b) Inducción en Knop + 3 mgL⁻¹IBA + 1 mgL⁻¹ANA.

Ambos tratamientos se aplican durante tres días en oscuridad.

ii) Fase de desarrollo radicular:

El mejor desarrollo radicular se obtuvo en el mismo medio de los tratamientos de inducción anteriores, pero sin auxinas. Esta fase se extiende por 20 días con un fotoperiodo de 6 horas de luz.

El uso de los procedimientos descritos permitió obtener plántulas sin callo basal, con varias raíces de buena longitud y con porcentajes de enraizamiento que fluctuaron entre un 33-69% para el tratamiento de inducción "a" y 23-73%, para el tratamiento de inducción "b". En ambos casos la respuesta depende del clon evaluado.

Los resultados descritos de enraizamiento *in vitro* (op. cit) son superiores a los que se obtienen en el enraizamiento de estacas por macropropagación.

3.3.2.4 Endurecimiento o Aclimatación

La fase final del proceso de micropropagación y normalmente aquella en que se produce la mayor mortalidad de plantas es la de endurecimiento o aclimatación. Durante este proceso las plantas micropropagadas deben acondicionarse gradualmente para abandonar las condiciones ideales del cultivo *in vitro*, capacitándolas para sobrevivir en condiciones de intemperie *ex vitro*.

González et al. (2001 C) evaluaron el efecto de diferentes intensidades lumínicas, porcentajes de humedad relativa y mezclas de sustratos sobre el endurecimiento de plantas micropropagadas de *E. nitens*. Los resultados obtenidos indican que las mezclas de turba-vermiculita y turba-perlita fueron las más efectivas. Los mejores porcentajes de aclimatización se obtuvieron en una atmósfera con alta humedad (80-90%) y baja intensidad lumínica (1500-2000 Lux) durante los 7 primeros días. Durante los 25 días siguientes la humedad relativa fue de 50 o 60% y con una intensidad lumínica en aumento hacia la natural. Bajo estas condiciones se obtuvo un 75% de sobrevivencia de plántulas.

3.4 CULTIVO HIDROPÓNICO

Si bien la hidroponía es una forma de cultivo y no una estrategia de propagación como la vegetativa y la sexual, se ha decidido tratarla como un tema aparte de la viverización. Lo anterior debido a las particularidades propias de este método, el cual, si bien no constituye una forma tradicional de producir plantas de *E. nitens*, ofrece algunas particularidades que lo harían aplicable para realizar estudios o experimentos bajo condiciones de cultivo controlado.

El uso de la técnica de cultivo hidropónico ha sido muy difundido como un sistema productivo alternativo, cuyo uso es remitido fundamentalmente a hortalizas (Carrasco e Izquierdo, 1996; Marulanda e Izquierdo, 1997).

Otra importante aplicación de la técnica ha sido en el estudio de los factores que afectan la nutrición de las plantas, tales como la temperatura, radiación y CO₂, así como para estudios de la fisiología de las hormonas.

Veloza et al. (2001) prueban un sistema de cultivo hidropónico flotante en la producción de plantas de *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus*, con la finalidad de estudiar el efecto del aporte de nutrientes y agua por esta vía en el crecimiento y estructura de plantas de ambas especies.

El sistema evaluado ("float system") consiste en almacigueras de poliestireno expandido, con sustrato orgánico, flotando en piscinas con solución nutritiva. Para estos efectos, se realizó la siembra de ambas especies en almacigueras, la mitad de las cuales fueron puestas en una piscina con solución mineral Hoagland, y la otra mitad en platabandas tradicionales bajo un sistema de riego y fertilización equivalente.

Después de 3 meses de cultivo, las plantas de *E. nitens* en hidroponía lograron más de un 150% de crecimiento en altura respecto al cultivo en platabandas tradicionales. Se encontraron también diferencias significativas a favor del cultivo hidropónico en el diámetro de cuello, área foliar y número de hojas por planta. A nivel del sistema radicular se observó un aumento en el número de raíces secundarias y en el diámetro de la raíz principal.

Con relación a la estructura, el mayor crecimiento en hidroponía se manifiesta en un eje principal con más internudos y una mayor elongación de éstos. También se encontró una mayor producción de yemas laterales y ramas, lo cual refleja el mayor estado de desarrollo vegetativo alcanzado en esta condición de cultivo.

Según Veloza et al. (2001), el mayor crecimiento y desarrollo logrado por *E. nitens* en hidroponía podría convertirse en una interesante técnica para la producción de material vegetal en programas de mejoramiento genético, especialmente en el manejo de plantas madres de un programa de clonación por enraizamiento de estacas.

En este sentido, el método ofrece las ventajas de promover un crecimiento rápido en las plantas, ramificación lateral, mayor producción de internudos (utilizables en las estacas) y de mayor longitud, con lo cual se podría contar con mayor cantidad de material a reproducir por cada planta madre. No obstante, *E. nitens* difícilmente se propaga por enraizamiento de estacas, de modo que en primera instancia, el enfoque propuesto parece tener una aplicación limitada.

3.5 CONCLUSIONES

En *Eucalyptus nitens* se han evaluado diferentes estrategias de propagación, sin embargo la producción operacional de plantas se efectúa mediante semillas.

La viverización tradicional de esta especie involucra el uso de contenedores y corteza compostada como sustrato, obteniéndose plantas apropiadas para su establecimiento en terreno después de una temporada en vivero.

La reproducción sexual en sistemas hidropónicos también ha sido evaluada, pero sus aplicaciones prácticas resultan limitadas.

Los procedimientos de macropropagación vegetativa resultan apropiados para obtener réplicas de individuos selectos con el objeto de representarlos en bancos o huertos semilleros clonales. Para estos efectos resulta apropiado utilizar procedimientos de injertación.

La multiplicación clonal mediante enraizamiento de estacas no constituye una forma eficiente de reproducir esta especie, por cuanto exhibe una muy reducida respuesta rizogénica ante este procedimiento.

La multiplicación mediante técnicas de cultivo *in vitro* o micropropagación, demanda una relativamente compleja infraestructura de laboratorio. Aun así ofrece un interesante potencial que se deriva especialmente de las altas tasas de multiplicación que estos procedimientos permiten obtener.

Considerando que en la actualidad existen protocolos disponibles para efectuar micropropagación de *E. nitens*, se prevé que en el futuro esta forma de propagación puede cobrar una importancia mayor, especialmente para la clonación de individuos superiores y masificación de ganancias derivadas de programas de mejoramiento genético.

3.6 REFERENCIAS

- Awad, G. y Gutiérrez, B. 1997.** Evaluación de la capacidad rizogénica de progenies híbridas F1 de *Eucalyptus camaldulensis* X *E. globulus*. Chile Forestal N° 247, Marzo.
- Bahamondez, C.; Blanco, R.; Kahler, C. y Martin, M. 1994.** Descripción de las Técnicas de Producción de Plantas y establecimiento de Plantaciones de Eucalipto. Informe Final Proyecto FONDEF Antecedentes Biométricos y Modelos de Apoyo a la Gestión y Manejo Racional del Eucalipto. Julio. INFOR. 46p.
- Barros, S. 1991.** Semillas y Producción de Plantas. En: *Eucalyptus*: Principios de Silvicultura y Manejo. INFOR-CORFO. Santiago. pp: 15-41.
- Boland, D.; Brooker, M. y Turnbull, J. 1980.** *Eucalyptus* Seeds. CSIRO. Australia. 191p.
- Boyer, J. and South, D. 1987.** Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio, and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings. Tree Planters Notes 38: 19-22.
- Carrasco, G. e Izquierdo, J. 1996.** Manual Técnico: La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT). Ed. FAO y Universidad de Talca. 105p.
- Casanova, K. y Vega, F. 2002.** Respuesta Clonal de *Eucalyptus nitens* M. a metodologías de desinfección utilizadas en cultivo in vitro. Tesis para optar al título de Ingeniero (Ej.) Forestal, Instituto Profesional Dr. Virginio Gómez, Concepción Chile (en prensa).
- deLittle, D. W.; Tibbits, W. N.; Razmussen, G. F.; Ravenwood, I. C. 1992.** Genetic Strategy for APPM Eucalypt Tree Farm in Tasmania. Simposio Bordeaux France. pp: 275-282.
- Emhart, V. 1998.** Propagación vegetativa mediante injertos. En: Curso Mejora Forestal Operativa. INFOR-UACH. Ed. Ipinza, R.; Gutiérrez, B. y Emhart, V. Valdivia 16-21 de Noviembre. pp: 153-166.
- Escobar, R. y Sánchez, M. 1992.** Producción de plantas forestales: Algunos aspectos. Bol. Ext. N° 51. Universidad de Concepción. Dpto. Ciencias Forestales. Chillán, Chile.
- González, P.; Tapia, M.; Paredes, M. y Avilés, R. 2001 A.** Efecto de 6-Bencilaminopurina (BA) y de ácido naftalenacético (ANA) sobre la proliferación de brotes in vitro de *Eucalyptus nitens*. En Actas: Simposio Internacional IUFRO: Desarrollando el Eucalipto del Futuro, Septiembre, Valdivia Chile.
- González, P.; Tapia, M.; Paredes, M. y Avilés, R. 2001 B.** Proceso de desinfección para establecimiento in vitro de yemas de *Eucalyptus nitens*. En Actas: Simposio Internacional IUFRO: Desarrollando el Eucalipto del Futuro, Septiembre, Valdivia Chile.
- González, P.; Tapia, M.; Paredes, M. y Avilés, R. 2001 C.** Rizogénesis in vitro y aclimatización de *Eucalyptus nitens* En Actas: Simposio Internacional IUFRO: Desarrollando el Eucalipto del Futuro, Septiembre, Valdivia Chile.
- Gutiérrez, B.; Ipinza, R. y Chung, P. 1994.** Propagación Vegetativa y Silvicultura Clonal de Eucalipto. Ciencia e Investigación Forestal, Vol 8(1): 139-175.
- Gutiérrez, B. 1995.** Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Ciencia e Investigación Forestal, Vol 9(2): 261-277.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1990.** Propagación de Plantas: Principios y Prácticas. Ed. Continental. México. 760p.
- INFOR 1994.** Antecedentes biométricos y modelos de apoyo a la gestión y manejo racional de Eucalipto. Proyecto 2-33. INFOR-FONDEF.

Ipinza, R. y Gutiérrez, B. 1992. Resultados preliminares del enraizamiento de estaquillas de *Eucalyptus globulus* ssp *globulus* tratadas con altas dosis de ácido indolbutírico. Ciencia e Investigación Forestal, Vol 6(1): 61-79.

Johnson, J. and Cline, M. 1991. Seedling quality of southern pines. In: Duryea, M., Dougherty, P., eds. Forest Regeneration Manual. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp: 143-159.

Marulanda, C. e Izquierdo, J. (1997). Manual Técnico: La huerta hidropónica popular. Ed. FAO y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 117p.

Mexal, J. and Landis, T. 1990. Target seedling concepts: Height and diameter. In: Rose R., Campbell, S., Landis, T., eds. Proceedings, Target Seedling Symposium, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations; 1990 August 15-17; Roseburg, OR. GTR-RM-200. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. pp: 17-36.

Mexal, J. and South, D. 1990. Bareroot seedling culture. In: Duryea, M., Dougherty, P., eds. Forest Regeneration Manual. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp: 89-115.

Ritchie, G. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, M., Landis, T., eds. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. The Hague: Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. pp: 243-259.

Rojas, P.; Aravena, M. y Cid, L. 1993. Primeros Resultados de Floración y Producción de semillas de *E. nitens*. En: Actas Simposio Los Eucaliptos en el Desarrollo Forestal de Chile. INFOR. Pucón, Chile, 24-26 de noviembre. pp: 97-107.

Tapia V.; Videla, P.; Paredes, M.; González, P.; Becerra, V. y Avilés, R. 2001. Comportamiento de *Eucalyptus nitens* Maiden bajo condiciones in vitro. En: Investigación y desarrollo forestal en la pequeña propiedad. Proyecto FDI. Forestal Mininco, Forestal Simpson-Chile, INIA, Universidad de Concepción, FDI-CORFO. 172-175p.

Tibbits, W. 1991. Flowering and Seed Yields in Orchards of *Eucalyptus nitens*. En: Proceeding of the 9th Meeting of Representative of the Research Working Group 1 of the Australian Forestry Council. Coonawara. 79p.

Van Wyk. 1981. Pollen management for Eucalypts. En: pollen Management Handbook. Agriculture Handbook N° 587. USDA. Forest Service.

Veloza, J.; Fernández P. y Toledo, M. 2001. Aplicación del cultivo hidropónico en la producción de plantas en vivero de *Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* (dean et maiden) maiden. En Actas: Simposio Internacional IUFRO: Desarrollando el Eucalipto del Futuro, Septiembre, Valdivia Chile.