

ACTAS



0001621

MANEJO SILVICOLA DEL GENERO EUCALYPTUS

JUNIO 1988
VIÑA DEL MAR
CHILE



Actas
del
Manejo
Silvicol
del
Genero
Eucalyptus

FE DE ERRATAS

1. VEGETATIVE PROPAGATION FOR TREE IMPROVEMENT AND OPERATIONAL PLANTINGS. (CAPITULO VI)

DICE:

.... that is not transmitted to the subsequent generation.

DEBE DECIR:

.... that is not transmitted to the subsequent generation.

DICE:

$$R = Sh/F^2/f$$

DEBE DECIR:

$$R = Sh^2$$

DICE:

$$h/F^2/f = G/(G + E + GE) = \text{heritability}$$

DEBE DECIR:

$$h^2 = G/(G + E + GE) = \text{heritability}$$

DICE:

1) narrow-sense heritability ($h/F^2/f$)

2) broad-sense heritability ($H/F^2/f$)

$$\text{where } h/F^2/f = Ga/(Ga + Gna)/(Ga + Gna + E + GE)$$

DEBE DECIR:

1) narrow-sense heritability (h^2)

2) broad-sense heritability (H^2)

$$\text{where } h^2 = Ga/(Ga + Gna + E + GE)$$

2. VEGETATIVE PROPAGATION FOR BREEDING STRATEGIES

DICE:

$$R = Sh/F^2/f$$

DEBE DECIR:

$$R = Sh^2$$

DICE:

$$R = 2(Sh/F^2/f)$$

DEBE DECIR:

$$R = 2(Sh^2)$$

3. VEGETATIVE PROPAGATION FOR OPERATIONAL PLANTINGS

DICE:

Salix spp.,

DEBE DECIR:

Salix spp.,

DICE:

.... from 33 m/F³/f/ha/year to 70 m/F³/f/ha/year on the

DEBE DECIR:

.... from 33 m³/ha/year to 70 m³/ha year on the

DICE:

.... yield of 100 m/F³/f/ha/year

DEBE DECIR:

.... yield of 100 m³/ha/year

DICE:

However, on sady soils

DEBE DECIR:

However, on sandy soils

DICE:

.... grates possible for a

DEBE DECIR:

.... Greatest possible for a

DICE:

.... eucalipts, there is

DEBE DECIR:

.... eucalypts, there is

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION
Gerencia de Desarrollo

INSTITUTO FORESTAL
División Silvicultura

A C T A S

"SIMPOSIO MANEJO SILVICOLA
DEL GENERO EUCALYPTUS"

2675

9 - 10 Junio de 1988
Viña del Mar - CHILE

I N D I C E

Selección de procedencias de varias especies del Género <i>Eucalyptus</i> para la zona centro-sur de Chile. José A. Prado D.	I
Adaptación de diversas procedencias de <i>Eucalyptus</i> <i>camaldulensis</i> y <i>Eucalyptus globulus</i> a la zona semiárida chilena. Santiago Barros A.	II
Strategies user for domestication and improvement of <i>Eucalypts</i> for plantations.G. Eldridge and J. Davidson.	III
Adaptación, crecimiento y rendimiento de especies del género <i>Eucalyptus</i> para la producción de aceites esenciales. Juan E. Sánchez H. y Johannes Wrann H.	IV
Resultados de ensayos de introducción de especies forestales, Predios Niltre, Railen y Entreríos. Provincia Valdivia.Delfín Hidalgo A.	V
Vegetative propagation for tree improvement and operational plantings.Jarbas Y. Shimizu.	VI
Algunos resultados sobre propagación vegetativa de especies de <i>Eucalyptus</i> en Chile.Juan José Aguirre A.	VII
The collection, storage, pre-sowing treatment and procurement of <i>Eucalypt</i> seed.Stephen J. Midgley.	VIII

Efecto de la condición de luz en la producción de plántulas de <i>Eucalyptus globulus</i> a raíz desnuda y raíz cubierta.René Escobar y Miguel Espinosa B.	IX
Fertilizing Eucalypts at plantation establishment A.P.G. Schönau and M.A. Herbert.	X
Efecto de la fertilización en el desarrollo inicial de plantaciones de <i>Eucalyptus</i> en Chile.Jorge Toro V.	XI
La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de <i>Eucalyptus</i> José A. Prado D. y J. Wrann H.	XII
Ensayo sobre técnicas de establecimiento de <i>Eucalyptus</i> en la zona de Nacimiento, VIII Región.Gerardo de la Maza D. y Jorge Urrutia R.	XIII
El efecto de diversas intensidades de clareo en el crecimiento de monte bajo de <i>Eucalyptus globulus</i> Manuel Toral.	XIV
Initial spacing, stand density and thinning in <i>Eucalypt</i> plantation. A.P.G. Schönau and J. Coetzee.	XV

P R O L O G O

El Instituto Forestal (INFOR), por encargo de la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), está desarrollando diversas líneas de investigación en torno a especies de rápido crecimiento del género forestal *Eucalyptus*.

Desde el año 1962 se han realizado investigaciones orientadas a la selección de especies forestales adecuadas para la repoblación, en diferentes zonas del país. Como producto de estos trabajos, se han identificado diversas especies que ya son del interés de las empresas privadas en sus programas de forestación.

Especies del género *Eucalyptus* como : *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. cladocalyx* y otras en la zona semiárida del país, y *E. delegatensis*, *E. regnans*, *E. nitens* y otras, en las zonas centro-sur y sur del país, ya son conocidas por los forestadores existiendo un gran interés por reunir mayor información en torno a producción de semillas, técnicas de viverización, métodos de establecimiento de plantaciones y manejo silvícola de estas especies.

Debido a la creciente importancia que está adquiriendo el género *Eucalyptus* en el país, la Corporación de Fomento de la Producción a través del Instituto Forestal, no sólo ha mantenido las antiguas líneas de investigación sobre introducción de especies, sino que ha iniciado nuevos proyectos orientados a la forestación en zonas semiáridas, al manejo silvícola y al mejoramiento genético con especies del género.

Precisamente con el objeto de dar a conocer los últimos resultados de dichos proyectos, CORFO y el Instituto Forestal han organizado el Simposio "**Manejo Silvícola del Género *Eucalyptus***", con la participación de especialistas Chilenos, Australianos, Sud-Africanos y Brasileños.

Este documento contiene los trabajos presentados a dicho Simposio, conciliando de esta manera los resultados de investigaciones que sobre el género *eucalyptus* se realizan en Chile.

SELECCION DE PROCEDENCIAS DE VARIAS ESPECIES DEL GENERO EUCALYPTUS PARA LA ZONA CENTRO - SUR DE CHILE

José Antonio Prado D. (*)

RESUMEN

La procedencia de la semilla es un factor de gran importancia en la adaptación y crecimiento de las especies del género *Eucalyptus*.

Se analizan 5 ensayos realizados en diversos lugares de la zona centro-sur Chile, en los que se ensayaron procedencias de las especies *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus regnans*.

Las procedencias "locales" del *Eucalyptus globulus* parecen adecuadas para la VII Región, en cambio en la VIII Región sus resultados son inferiores a los de nuevas procedencias ensayadas.

Las mejores procedencias de *Eucalyptus nitens* serían las del centro de Victoria, pero las de New South Wales, que aunque en general son de menor crecimiento, no pueden ser descartadas ya que algunas presentan excelentes desarrollos.

En el caso de *E. regnans* la muestra de procedencias ensayadas no es muy amplia. A pesar de esto se concluye que las procedencias del sur de Tasmania son las más adecuadas para su plantación en Chile.

Palabras Claves : Procedencias, especies, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus regnans*.

(*) Ingeniero Forestal MSc, División Silvicultura, Instituto Forestal- Filial CORFO, Huérfanos 554, Santiago-Chile.

1. INTRODUCCION

Después de más de 20 años de investigación en un extenso programa de introducción de especies, el Instituto Forestal ha seleccionado algunas que por sus tasas de crecimiento y su adaptación a diversas condiciones de sitio, son las más promisorias para ser empleadas en programas masivos de forestación (CORFO - INFOR, 1986). Entre estas especies seleccionadas se encuentran *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*; *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*; *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*; *Eucalyptus nitens*; *Eucalyptus regnans* y *Eucalyptus delegatensis*. El excelente desarrollo demostrado por estas especies permite afirmar que una o varias de ellas pueden ser establecidas con éxito en la mayoría de los sitios forestales de la zona centro-sur del país. *E. delegatensis* y *E. nitens* surgen como una clara alternativa para aquellas zonas en que otras especies de rápido crecimiento están limitadas por el frío. *E. regnans* ofrece árboles de excelente forma, rápido crecimiento, buena poda natural y muy resistentes a plagas y enfermedades, para sitios temperados, con alta precipitación; el *E. globulus* y subespecies, con su gran plasticidad y abundante regeneración desde el tocón después de la corta, constituyen especies de gran potencial para la producción de madera en rotaciones cortas.

El disponer de estas alternativas sin duda que permitirá hacer un uso mucho más eficiente de los suelos forestales disponibles para la forestación o reforestación. Sin embargo, la selección de la mejor alternativa para la plantación en un lugar determinado no finaliza con la selección de la especie adecuada, ya que muchas veces existe una gran variación intraespecífica, que está dada por subespecies, variedades o simplemente por la procedencia de la semilla. Variaciones de suelo, clima y topografía producen ambientes con condiciones propias, los cuales afectan muchas características del árbol, produciéndose una interacción entre su material genético y el medio ambiente. Es así como el potencial de desarrollo; resistencia al frío o sequía; resistencia a plagas o enfermedades; propiedades físico mecánicas de la madera y otras características están relacionadas a la procedencia de la semilla. Es por esto que la selección de la procedencia adecuada puede ser tan importante como la selección de la especie, ya que de ella dependerá que ésta se adapte y desarrolle todo su potencial en un sitio determinado, lográndose así la mayor rentabilidad de la plantación. Existe certeza en cuanto a la gran variación que pueden tener algunas especies en su resistencia a las heladas, según sea el origen de la semilla (Tibbitts and Reid, 1987; Raymond et al., 1986; Griffin et al., 1982; Rock et al., 1980; Wilcox et al., 1980); en sus tasas de crecimiento (McKimm, 1985; Nixon y

Hagedorn, 1980)); características anatómicas y físicas de la madera, tales como densidad, largo de fibra, tilosis, frecuencia de vasos, porcentaje de contracción y en muchas otras características (McKimm and Ilic, 1987; McKimm, 1985).

Ante estas variaciones, resulta evidente la importancia de la selección de procedencias para asegurar el establecimiento y crecimiento de la plantación y la obtención de una materia prima con las características más adecuadas a los objetivos de producción.

Además, estas variaciones intraespecíficas que se manifiestan a través de distintas procedencias, constituyen la base de un programa de mejoramiento genético. En este trabajo se analiza una serie de ensayos establecidos en la zona centro-sur de Chile, cuya edad varía entre los 2 y 6 años.

El análisis de los ensayos más recientes puede parecer prematuro, pero está demostrado, que en igualdad de condiciones, a muy temprana edad, incluso en el vivero, ya se manifiestan los distintos potenciales de crecimiento de las procedencias. Esto hace que este tipo de ensayos ya puedan ser evaluados pocos años después de su establecimiento (Griffin et al., 1982; Eldridge, 1972).

2. MATERIAL Y METODO

2.1 Ubicación de los Lugares de Ensayos

Como continuación del proyecto de Introducción de Especies Forestales, INFOR ha instalado una serie de ensayos de procedencias de las especies más promisorias, en distintos lugares de la zona centro-sur de Chile. La ubicación de los ensayos analizados en este trabajo se entrega en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Ubicación de los Lugares de Ensayo de Procedencias

CODIGO ENSAYO	NOMBRE ENSAYO	LATITUD S	LONGITUD E	ALTITUD m.s.n.m
1	El Parrón	35° 32'	72° 31'	300
2	Colcura	37° 03'	73° 05'	350
3	Jauja	38° 03'	71° 58'	900
4	El Retiro	38° 52'	71° 41'	750
5	Los Copihues	39° 53'	73° 05'	300

2.2 Especies y procedencias Ensayadas

En los ensayos que se analizan en este trabajo se han probado procedencias de las especies *Eucalyptus globulus* y subespecies, *E. nitens* y *E. regnans*. El número de procedencias ensayadas es variado y sólo en el caso de *E. nitens* existe una representación amplia de los lugares en que se distribuye la especie. *E. globulus* y subespecies también está bien representada aún cuando hay ciertos orígenes que no han sido incluidos. El área de distribución de *E. regnans* no está bien representada por las procedencias ensayadas.

2.2.1 *Eucalyptus globulus* y subespecies

a) *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*

La especie *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata* se encuentra en forma natural en los estados de Victoria y New South Wales. La especie no tiene una distribución continua, especialmente hacia el norte, en donde se le encuentra en poblaciones bastante separadas entre sí (Ver Mapa 2),

Esta subespecie está representada por 7 procedencias, en su mayoría de Victoria. Todas las poblaciones al norte de los 36° L.S. no están representadas. Las procedencias en ensayo se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Procedencias de *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*

CODIGO	PROCEDENCIA		LATITUD S	LONGITUD E	ALTITUD m.s.n.m	LUGAR* ENSAYO
9246	Wee Jasper	NSW	35° 28'	148°10'	910	1
9539	Stanley	VIC	36° 11'	146°40'	580	2
9540	SW Benalla	VIC	36° 46'	145°52'	580	2
9541	N.E. of Mansfield	VIC	37° 03'	146°20'	850	2
11310	Mt. Lonarch	VIC	37° 15'	143°22'	680	
11742	5 Km N. of Bruthen	VIC	37° 40'	147°47'	310	2
12653	S. of Traralgon	VIC	38° 22'	146°31'	290	2
13211	32 Km E of Rylstone	NSW	32° 36'	149°35'	450	2
E-1587	Southern Tablelands	NSW	33° 50'	148°41'	600	1

* Ver Cuadro 1.

b) *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*

Eucalyptus globulus ssp. *globulus* se encuentra principalmente en la costa este de Tasmania, con algunas poblaciones ubicadas en el interior y en la costa oeste de la isla. También se encuentra naturalmente en 2 islas en el Estrecho de Bass y en algunas áreas de la costa de Victoria (Ver Mapa 2). El rango altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 450 m.

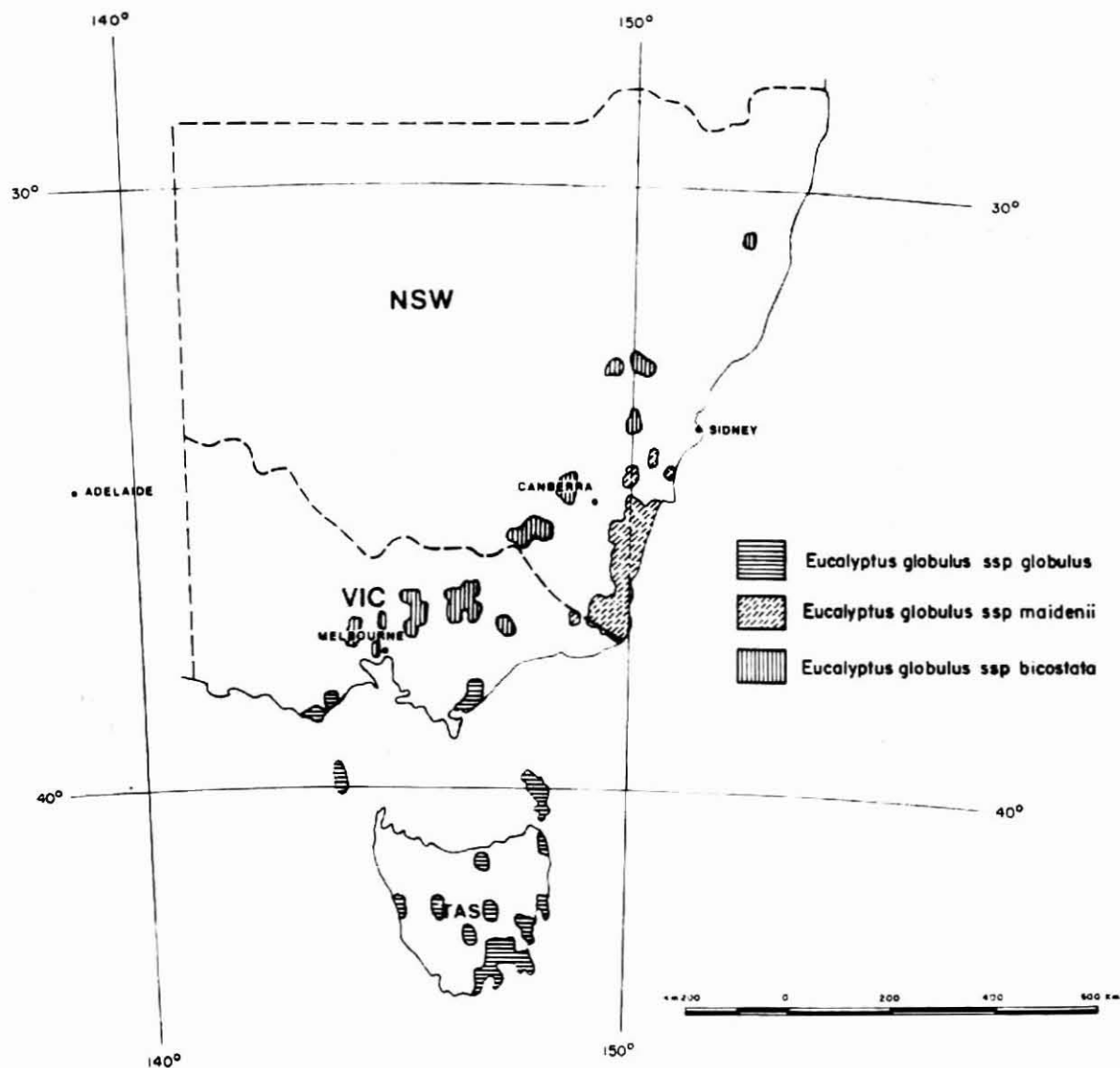
De las procedencias en ensayo, 8 provienen de Tasmania, en donde cubren satisfactoriamente la distribución de la especie y 2 fueron colectadas en Chile, desconociéndose su origen en Australia.

Las procedencias ensayadas se presentan en el Cuadro 3.

Mapa: 2

DISTRIBUCION NATURAL *Eucalyptus globulus* y Subespecies AUSTRALIA

(Boland et al, 1984)



CUADRO 3

Procedencias de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*

CODIGO	PROCEDENCIA	LATITUD S	LONGITUD E	ALTITUD m.s.n.m	LUGAR* ENSAYO
10029	Ranelagh TAS	43° 00'	147°00'	360	2
10080	11 Km E. of Swansea TAS	42° 25'	147°45'	460	
10724	Franklin TAS	43° 05'	147°00'	240	2
10771	Glen Hudn TAS	43° 02'	146°57'	300	2
11615	Mt. Judbury TAS	42° 59'	146°55'	490	1 2
12809	Denison Valley TAS	42° 59'	146°46'	450	
12888	Crest Musselroe Riv. TAS	41° 15'	148°40'	200	2
13152	E. of Gt. Musselroe Riv. TAS	41° 05'	148°10'	100	2
13513	Macquarie Harbour TAS	42° 20'	145°30'	200	2
13467	Police Point TAS	43° 15'	147°05'	250	1
Ñuble	Ñuble S/I	S/I	S/I	S/I	1
Colcura	Colcura	37° 03'	73°05'	200	2

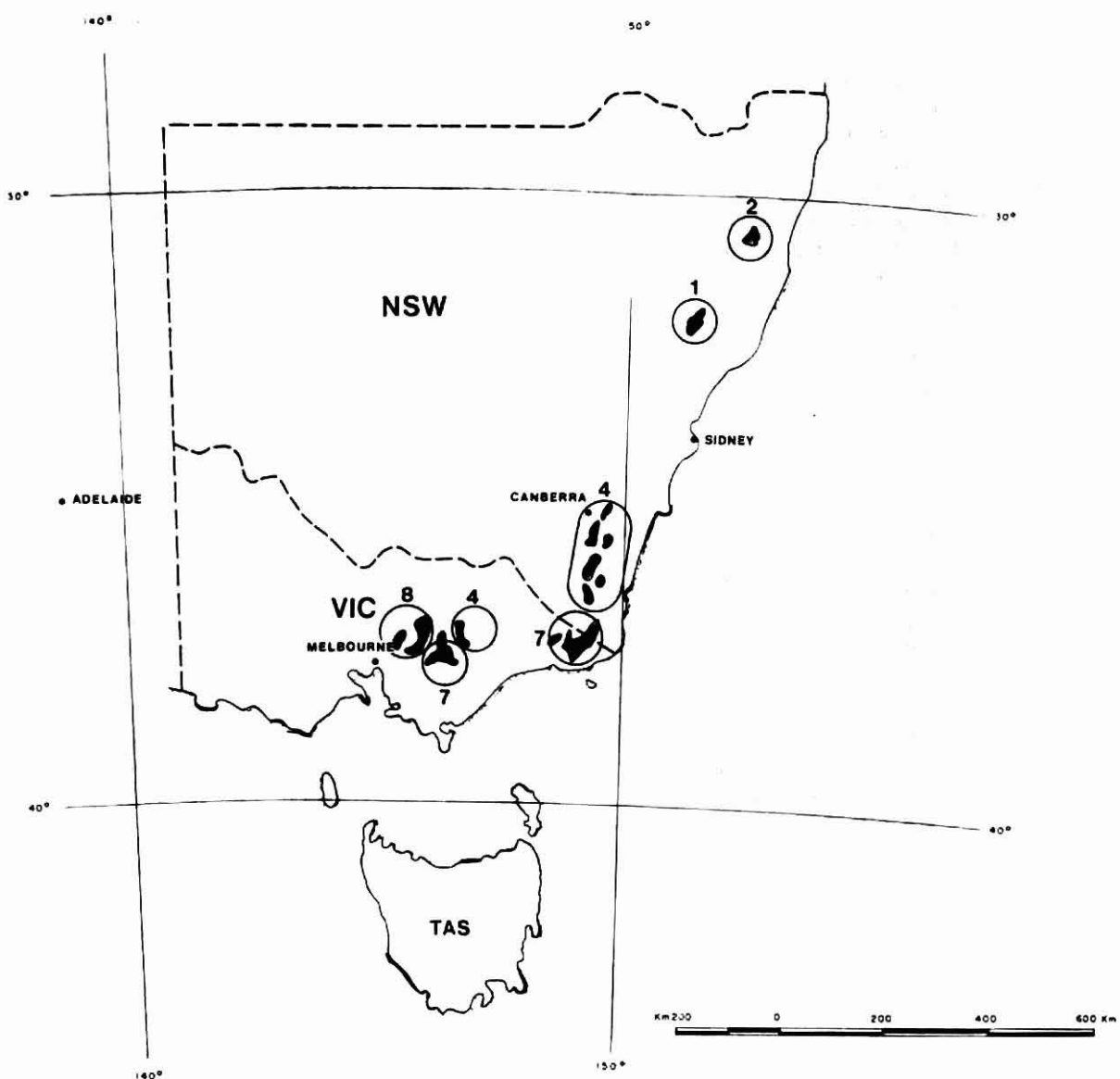
* Ver Cuadro 1.

c) *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*

Eucalyptus globulus ssp. *maidenii* tiene una distribución restringida al sur este de New South Wales y al extremo este de Victoria. En altitud se le encuentra desde los 200 hasta los 900 metros (Ver Mapa 2).

De esta subespecie se han ensayado 9 procedencias, cubriendo gran parte de su distribución. Las poblaciones que se encuentran al norte de los 35°L.S. no están representadas en los ensayos.

DISTRIBUCION NATURAL Eucalyptus nitens (Deane & Maiden)
AUSTRALIA



CUADRO 4

Procedencias de *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*

CODIGO	PROCEDENCIA		LATITUD S	LONGITUD E	ALTITUD m.s.n.m	LUGAR ENSAYO
11995	Nerigundah	NSW	36° 07'	149°53'	600	1 2
12125	Tantawanglo Mt		36° 48'	149°34'	381	1 2
12126	Rimmil Hill Mullica					
	SF	NSW	37° 07'	149°53'	360	2
12128	Myrtle Mt.	NSW	36° 53'	149°50'	518	1 2
12130	Mt. Dromedary	NSW	36° 17'	150°33'	305	1 2
12132	SW Nelligen Bolaro					
	SF	NSW	35° 41'	150°04'	335	2
12321	Cann Valley	VIC	37° 18'	149°12'	290	2
E-1484	South Coast	NSW	36° 13'	150°09'	400	2

2.2.2 *Eucalyptus nitens*

Eucalyptus nitens es una especie de distribución discontinua a lo largo de la cadena montañosa denominada Great Dividing Range; en las montañas del norte de New South Wales y en los Alpes de Victoria. Su distribución altitudinal varía desde los 600 a 1600 metros sobre el nivel del mar (Boland et al., 1984) (Ver Mapa 2).

En los 5 lugares de ensayo se ha probado un total de 33 procedencias de esta especie, cubriendo toda el área de su distribución. De estas procedencias, 25 fueron colectadas en Victoria, 11 en el área de distribución sur de la especie en New South Wales y 3 en las poblaciones que se encuentran en el norte del mismo estado.

La mayoría de las procedencias (17) fue colectada entre los 1000 y los 1200 m; 8 entre los 700 y 800 m y 7 entre los 1300 y 1500 m de altitud.

CUADRO 6

Procedencias de Eucalyptus nitens

CODIGO	PROCEDENCIA		LATITUD S	LONGITUD E	ALTITUD m.s.n.m	LUGAR ENSAYO
18	Rubicon, Barnewall PL	VIC	37° 20'	145°50'*	1160	4
19	Rubicon, Barnewall PL	VIC	37° 20'	145°50'*	1170	4
45	Macalister, Mt. Skene	VIC	37° 24'	146°21'	1160	1 4
172	Torongo, Mt. Erica	VIC	37° 54'	146°20'	1080	4
184	Macalister, Mt. Wellington	VIC	37° 30'	146°30'*	1180	1 4
186	Macalister, Connors PL	VIC	37° 30'	146°30'*	1260	4
189	Macalister, Mt. Skene	VIC	37° 24'	146°21'	1160	4
542	Errinundra-Goongerah	VIC	37° 20'	149°00'*	760	4
543	Errinundra-Goongerah	VIC	37° 20'	149°00'*	760	4
543 a	Errinundra-Goonerah	VIC	37° 20'	149°00'*	760	1
543 b	Errinundra-Goongerah	VIC	37° 20'	149°00'*	760	4
555	Barrington Tops (North)	NSW	32° 00'	151°00'*	1520	4
556	Ebor (North)	NSW	30° 30'	152°15'*	1400	
628	Rubicon, Tweed Spur (RC)	VIC	37° 20'	145°50'*	980	4
629	Toorongo, Plateau (RC)	VIC	37° 40'	146°20'*	1000	
644	Errinundra, Mt. Kaye (RC)	VIC	37° 20'	149°00'*	1000	1 4
650	Toorongo PL. Poweltown	VIC	37° 50'	145°50'	825	4
653 a	Toorongo, PL. Little Boys Cr	VIC	37° 40'	146°30'*	1050	1 4
653 b	Toorongo, PL. Little Boys Cr	VIC	37° 40'	146°30'*	1050	4
655	Rubicon, Srobs Cr	VIC	37° 20'	145°50'*	910	1 4
8445	Nimmitabel	NSW	37° 00'		910	
11814	Anembo	NSW	35° 45'	149°27'	1000	1 3 5
12114	Big Badja Mt.	NSW	36° 01'	149°34'	1250	1 3 45
12120	Anembo T.R.	NSW	35° 52'	149°30'	1400	
12155	Bendol	VIC	37° 12'	148°52'	1070	
12175	Toorongo PL.	VIC	37° 47'	146°07'	1100	3 5
12211	Alexandra, For.	VIC	37° 25'	145°50'	1000	1 3 45
12386	Mt. Erica	VIC	37° 54'	146°20'*	1020	
12814	Sin antecedentes		-	-	-	
12867	Bonang S.F.	VIC	37° 12'	148°42'	800	
13281	Armindale	NSW	30° 28'	152°15'	1277	
E-1546	Southern Highlands	NSW	35° 48'	149°26'	1300	1 3 4
E-1551	Dividing Range	VIC	37° 50'	146°20'	1500	1 3
ALEX.	Alexandra FD	VIC	37° 25'	145°50'	500	1 3 4

* : Ubicación aproximada.

2.2.3 Eucalyptus regnans

Eucalyptus regnans se distribuye naturalmente en Victoria y Tasmania.

En Victoria se le encuentra en las áreas montañosas en la mitad este del estado; al sur del Great Dividing Range y en otras pequeñas áreas al oeste de Melbourne. En Tasmania se le encuentra principalmente en la costa este, con algunas poblaciones en el norte de la isla (Boland et al, 1984) (Mapa 4). En Victoria la especie se presenta entre los 150 y 1100 m de altitud; en cambio en Tasmania se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 600 m, aproximadamente.

En los ensayos analizados se han plantado 10 procedencias de **Eucalyptus regnans**, 6 de ellas de Tasmania y 4 de Victoria. Gran parte de las poblaciones existentes en Victoria, en donde la distribución de la especie es bastante dispersa, no están representadas en los ensayos analizados.

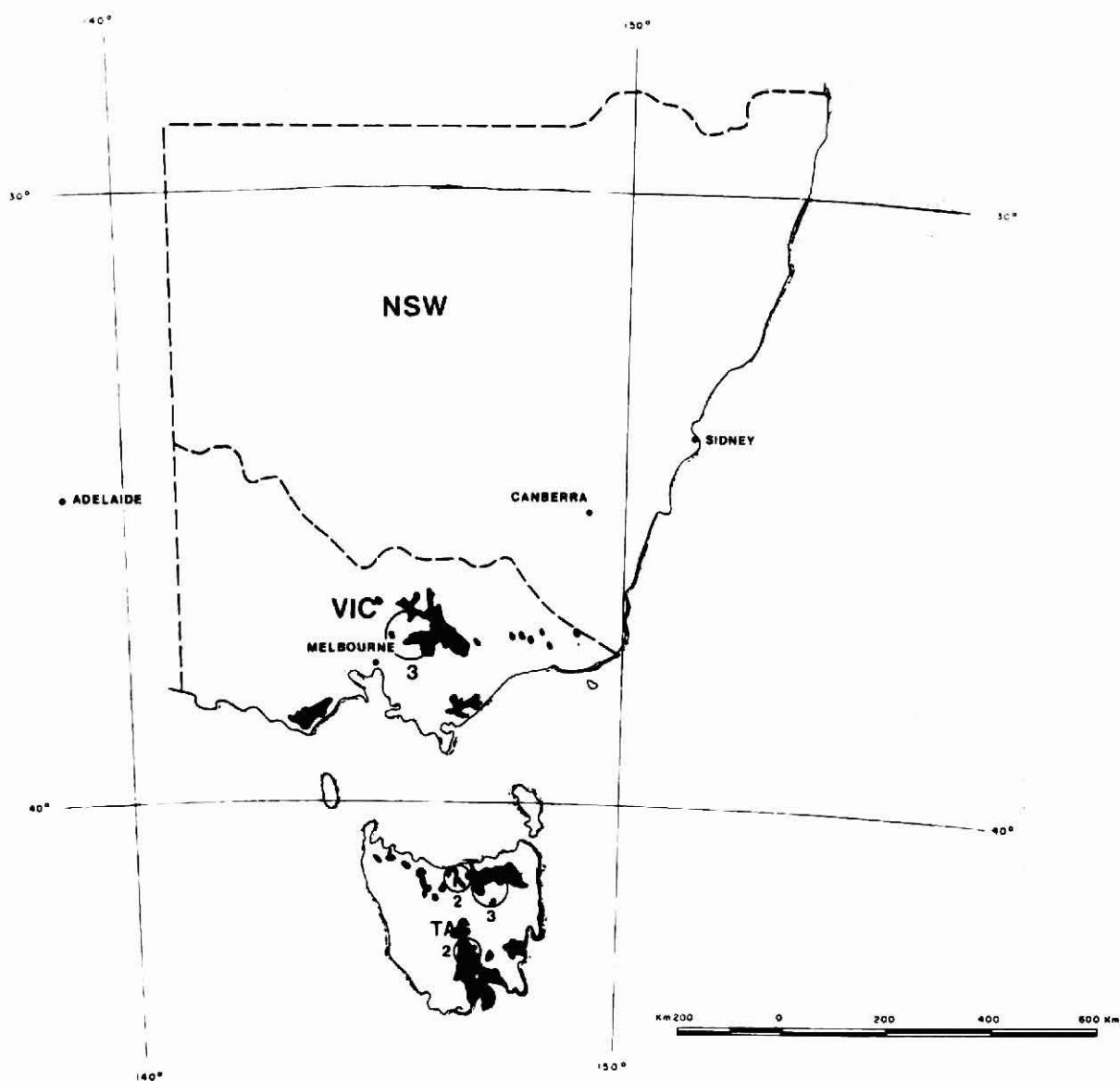
CUADRO 6

Procedencias de **Eucalyptus regnans**

CODIGO	PROCEDENCIA		LATITUD S	LONGITUD E	ALTITUD m.s.n.m	LUGAR ENSAYO
10076	37 Km. de Maydena	TAS	42° 33'	146°29'	630	1
10078	Dover	TAS	43° 17'	146°17'	90	1 2
10967	Mt. Judbury	TAS	42° 55'	146°55'	550	1 2
11619	Collinsvale	TAS	42° 50'	147°10'	670	1 2 5
12024	Levendale	TAS	42° 31'	147°33'	580	1 2
12034	Kaoota	TAS	43° 01'	147°10'	487	1
12074	Levendale	TAS	42° 31'	147°32'	550	1 2 5
12398	Toorong PL	VIC	37° 47'	146°07'	950	1 2
12463	Traralgon	VIC	38° 26'	146°32'	575	1 2 5
13526	Traralgon L.	VIC	38° 27'	146°31'	500	1 2

DISTRIBUCION NATURAL Eucalyptus regnans F. Muell.

AUSTRALIA



2.3 Diseño Experimental y Establecimiento de los Ensayos

El diseño experimental se adecuó a las condiciones de cada lugar de ensayo. En sectores que presentan pendiente, se empleó un diseño de bloques al azar; en lugares más homogéneos el diseño fue de parcelas completamente aleatorizadas. En todos los casos se aplicaron 3 repeticiones.

En la mayoría de los ensayos, la unidad experimental está constituida por una parcela de 20 plantas. En cada caso se establecieron 1 ó 2 líneas de aislación para evitar el efecto borde. En algunos ensayos se establecieron parcelas con número menor de plantas o con sólo 2 repeticiones, debido a que de algunas procedencias sólo se obtuvo una cantidad muy limitada de semillas, la cual no permitió producir el número de plantas suficientes para todos los ensayos.

En los ensayos de Jauja y Los Copihues las parcelas son de 49 o 100 plantas por procedencia, midiéndose en ambos casos, las 25 plantas centrales.

La plantación, con sólo una excepción, se realizó con plantas producidas en maceta. La excepción la constituye la procedencia de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* de Colcura, que se plantó a raíz desnuda.

Las plantaciones no han recibido cuidados intensivos. Sólo se han realizado algunas limpiezas, para liberar las plantas de los retoños de la vegetación competidora y para permitir la medición.

En el Cuadro 7 se indican algunos detalles sobre el establecimiento de los ensayos analizados.

CUADRO 7

Antecedentes sobre el Establecimiento de los Ensayos Analizados

ENSAYO	DISEÑO	N° DE PLAN-TAS/PARCELA	AÑO PLANTAC.	AÑOS DE CONTROL
El Parrón	B.A.	20	1985	1986 - 1987 - 1988
Colcura 1	C.A.	20	1985	1986 - 1987 - 1988
Colcura 2	C.A.	20 (*)	1986	1987 - 1988
Jauja	C.A.	100 - 49	1984	1986 1988
El Retiro	B.A.	20 (*)	1985	1986 1988
Los Copihues	B.A.	64	1981	1982 - 1987

B.A. : Bloques al azar

C.A. : Completamente aleatorizado

(*) : Hay parcelas de menor tamaño

2.4 Variables Analizadas

Durante los primeros años se miden la altura total (en m) y el diámetro del cuello (en cm) de cada planta. Posteriormente, cuando las plantas tienen un DAP mayor a 5 cm, se comienza a registrar esta variable en vez del diámetro del cuello. Además se registró la supervivencia (%).

Para el análisis se consideran las variables medidas y dos índices que reflejan más exactamente el desarrollo de las plantas y la condición general de cada parcela. La variable D^2H es un mejor estimador del desarrollo de la planta que D o H por separado. Con el fin de incluir el efecto de la supervivencia, se analiza la variable denominada INDICE. Esta surge de D^2H multiplicado por la supervivencia llevada a la hectárea. Se considera que el espaciamiento es de 3x3 metros (1111 árb/ha); y se multiplica por 10. Esta variable también permite comparar parcelas de distinto tamaño.

En el caso del ensayo Los Copihues, con árboles de 6 años, se estimó el volumen por ha, empleando la función de

volumen para árboles de cualquier tamaño desarrollada por Opie (1976) :

$$\log (D^2H/V) = 4.762 - 5613 / (D+127)^2$$

2.5 **Análisis Estadístico**

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (procedencias) se emplea el Análisis de Varianza (ANDEVA) adecuado a cada diseño.

En caso de existir diferencias significativas, se empleó el Test de Comparaciones Múltiples de Tuckey.

La homogeneidad de las varianzas se determinó empleando la prueba de Bartlett. Cuando éstas resultaron heterogéneas se procedió a una transformación logarítmica.

Los porcentajes fueron transformados a arcoseno para su análisis estadístico.

3. **RESULTADOS Y DISCUSION**

Se presentan y discuten los resultados para cada lugar, analizando cada una de las especies, para luego establecer una comparación, cuando esto es posible.

3.1 **Ensayo El Parrón**

Este ensayo está ubicado en la zona costera de la VII Región, unos 25 km al sur de Constitución.

En este lugar se han ensayado procedencias de *Eucalyptus globulus* y sus subespecies; *E. nitens* y *E. regnans*.

a) ***Eucalyptus globulus* y subespecies.**

En este caso se han ensayado todas las subespecies dentro de un mismo diseño; considerando la especie en su totalidad. El Cuadro 8 entrega los resultados de este ensayo, indicándose además los valores obtenidos en la

pruebas estadísticas. Para señalar los grupos estadísticamente homogéneos se emplean letras. Sólo se indican el o los grupos con los mejores resultados.

CUADRO N° 8

**Resultados Ensayo procedencias
Eucalyptus globulus y Subespecies**

Ensayo : El Parrón

Edad : 3 años

TRAT. N°	ESPE - CIE N°	PROCE- DENC.N°	SUPERVI VENC. (%)	ALTURA TOTAL (m)	DIAMETRO BASAL (cm)	D ² H	INDICE
1	52	E-1587	71.66	1.32	2.63	1258.52	1.01
2	52	9246	66.67	1.91	3.29 b	2799.12	2.18
3	54	12125	75.00	1.85	3.44 b	2743.64	2.29
4	53	13467	58.33	1.96	3.36 b	3773.92	2.72
5	53	11615	33.33	2.56 ab	4.84 a	6972.00 ab	2.79
6	54	12132	81.67 ab	1.96	3.52 b	3274.68	3.01
7	54	11995	93.33 a	1.80	3.59 b	3294.28	3.50 b
8	54	12128	90.00 ab	1.82	3.70 b	4073.82	4.07 b
9	54	12130	95.00 a	2.18 b	3.95 b	5123.34 b	5.39 ab
10	53	Ñuble	76.66 b	2.73 a	4.67 a	8754.72 a	7.38 a
			F= 8.562 NS=0.000	F= 5.777 NS=0.0005	F= 6.106 NS=0.0004	F= 5.312 NS=0.0009	F=4.484 NS=0.0025

52 : *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*

53 : *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*

54 : *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*

a,b: Valores acompañados por letras iguales no difieren significativamente al 99%.

Del análisis del Cuadro 8, se desprende que el mejor potencial de crecimiento lo presenta *E. globulus* ssp. *globulus*, con dos de las procedencias ensayadas, siendo una de ellas la procedencia "local" denominada "Ñuble". La otra tiene su origen en Tasmania. *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* presenta buena supervivencia,

aunque menor desarrollo que ssp. globulus y no existen diferencias significativas entre sus procedencias.

b) *Eucalyptus nitens*

En el cuadro siguiente se entregan los resultados de las procedencias de *E. nitens* ensayadas en El Parrón.

CUADRO 9

Resultados Ensayo Procedencias *Eucalyptus nitens*

Ensayo : El Parrón

Edad : 3 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	12211	65.0	2.29	4.76	6605.69	4.81
2	ALEXANDRA	55.0	2.22	5.00	7371.91	4.84
3	644	46.7	2.60	5.27	10440.62	5.43
4	12114	66.7	2.56	5.19	8824.83	6.84
5	E-1551	75.0	2.52	4.40	7966.95	6.99
6	11814	85.0	2.45	5.33	9957.76	9.35
7	E-1546	66.7	2.81	5.58	12287.57	10.01
8	184	73.3	3.04	5.63	14207.24	12.50
9	653	56.7	3.65	6.99	23646.57	13.82
10	543	86.7	3.07	5.64	15599.11	14.72
11	655	73.3	3.11	6.50	18939.70	14.98
12	45	76.7	3.57	6.76	21422.37	18.91
		F= 1.034 NS= 0.449	F= 1.749 NS= 0.122	F= 1.323 NS= 0.272	F= 1.407 NS= 0.2326	F= 1.221 NS= 0.3261

Aún cuando las pruebas estadísticas no entregan diferencias estadísticamente significativas, las procedencias presentan importantes diferencias en su supervivencia y tasas de crecimiento, como se visualiza en el cuadro anterior. Las procedencias de Victoria son claramente superiores a las de New South Wales, lo cual se explica por una mayor coincidencia climática entre la zona central de Victoria (aprox. 37°L.S.) y la zona

centro-sur de Chile. Las mejores procedencias provienen de las áreas denominadas Toorong Plateau y Macalister.

b) Eucalyptus regnans

Esta especie, en general, presentó una alta mortalidad, ya que las parcelas se instalaron en un sector plano, con mal drenaje o nivel freático cercano a la superficie, problema que no se detectó al momento de instalar el ensayo.

CUADRO 10

Resultados Ensayo Procedencias Eucalyptus regnans

Ensayo : El Parrón Edad : 3 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	12034	40.00	1.54	2.53 b	1358.85	0,62
2	12398	53.33	1.94	3.21 b	2823.13 b	1.61
3	10076	40.00	1.98	3.14 b	3419.01 b	1.85 b
4	12074	45.00	2.71	4.21 ab	6072.99 b	3.06 b
5	12463	53.33	3.03 ab	4.72 a	8701.95ab	4.30 ab
6	10967	57.00	2.84 ab	4.36 ab	7135.33ab	4.39 ab
7	13526	62.00	2.81 ab	4.45 a	7831.25ab	5.26 ab
8	10078	67.00	3.03 ab	4.23 ab	8034.11ab	5.84 ab
9	12024	53.00	3.55 a	5.25 a	12132.20a	7.13 ab
10	11619	57.00	3.08 ab	4.83 a	11036.32a	8.49 a
		F= 0.638 NS= 0.7520	F= 3.862 NS=0.0057	F= 3.079 NS=0.0173	F= 2.011 NS=0.0926	F= 2.988 NS=0.0199

Como se aprecia en el Cuadro 10, las diferencias entre procedencias son realmente significativas. Las mejores procedencias corresponden a Tasmania (11619, 12024, 10078), aún cuando éstas no difieren significativamente de la procedencia 13526, que corresponde a Traralgon, Victoria.

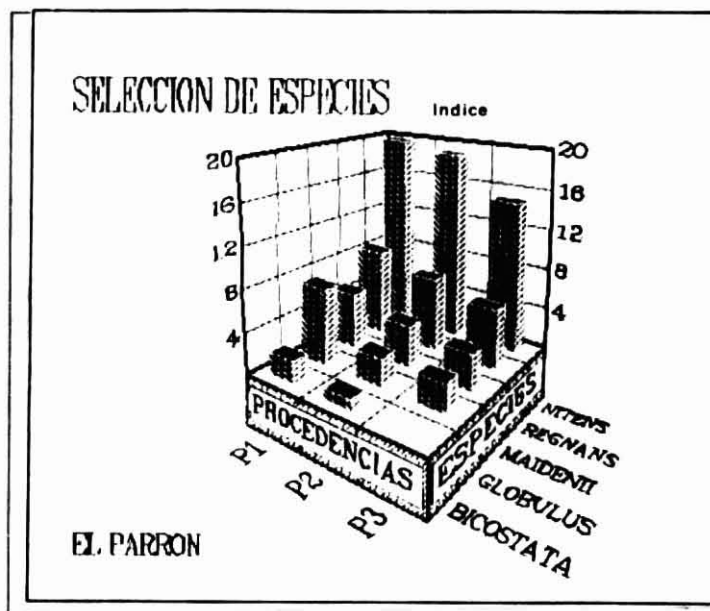
Los resultados más pobres los entregan las procedencias 12034 de Kaoota, TAS y Toorongo Plateau, en Victoria. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Wilcox (1982) en Nueva Zelanda, quien señala que las procedencias interiores del sur de Tasmania son las que, en general, presentan los mejores resultados. Las procedencias de Toorongo, en cambio, son de escaso crecimiento, aún cuando muy resistentes al frío. Esto parece ser una regla general; las procedencias de mayor elevación en Victoria tienen buena resistencia al frío y a las enfermedades; tienen buena forma, pero presentan un crecimiento más lento que las procedencias de áreas bajas.

d) Comparación entre Especies

Al comparar las mejores procedencias de las especies y subespecies ensayadas en El Parrón (Gráfico 1) se manifiesta una clara superioridad en el desarrollo de *Eucalyptus nitens* frente a las otras especies ensayadas. En segundo lugar, y a pesar de su baja supervivencia se ubica *E. regnans*. Se supone que esta especie, con una supervivencia adecuada habría obtenido un INDICE más cercano a *E. nitens*, aumentando su diferencia con *E. globulus* y subespecies.

GRAFICO N° 1

Adaptación y Desarrollo de las Especies Ensayadas en El Parrón



3.2 Ensayo Colcura

En terrenos de la Cía. Forestal Colcura, ubicada inmediatamente al sur de la ciudad de Lota, se han instalado diversos ensayos con especies del género *Eucalyptus*. En este trabajo se presentan los resultados de los ensayos de procedencias de *Eucalyptus globulus* y subespecies y *Eucalyptus regnans*.

a) *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*

Las procedencias de *E. globulus* ssp. *bicostata* presentan una buena supervivencia, pero un desarrollo bastante desigual, dependiendo de su origen, como se aprecia en los resultados que entrega el Cuadro 11.

CUADRO 11

Resultados Ensayo procedencias *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*

Ensayo : Colcura

Edad : 2 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	9540	83.33	1.91	2.17	1524.19	1.55
2	12653	92.86	2.10	2.24	1873.27	1.97
3	11742	88.09	2.15	2.65	3429.97	3.32
4	9539	90.48	2.55	3.01	4185.27	4.23
5	S/I	83.33	2.78	3.23	8513.47	8.67
6	9541	90.48	3.33	3.86	8570.64	8.75
7	13211	78.57	3.01	4.28	9739.38	9.10
		F= 1.058 NS= 0.431	F= 1.036 NS= 0.443	F= 1.048 NS=0.4365	F= 1.128 NS=0.3965	F= 0.968 NS= 0.481

Al analizar las variables D² H e INDICE se aprecian importantes diferencias entre las procedencias

ensayadas. Las mejores corresponden a Rylstone, NSW (13211) y Mansfield, VIC (9541), lugares muy distantes entre sí. El menor desarrollo lo presenta la procedencia Benella, VIC (9540), cuya ubicación es cercana a la 9541, aunque de distinta altitud. Estos resultados impiden generalizar en cuanto a la posible superioridad de algunas áreas frente a otras.

b) *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*

Eucalyptus globulus ssp. *globulus* confirma su adaptación al área de estudio, ya que presenta muy buenos desarrollos, según los datos del Cuadro 12.

CUADRO 12

Resultados Ensayo Procedencias
Eucalyptus globulus ssp. *globulus*

Ensayo : Colcura

Edad : 2 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	COLCURA	71.42	3.02	3.55	8557.36	7.09
2	12809	90.48	3.55	3.83	8338.97	8.29
3	10771	92.86	3.53	4.09	8983.41	9.11
4	10029	85.71	3.81	4.70	10750.24	10.24
5	ÑUBLE	85.71	3.77	4.76	11742.08	11.18
6	10724	76.19	4.17	5.07	15262.82	12.97
7	12888	83.33	3.81	4.77	14244.14	13.07
8	11615	88.09	4.24	4.87	13660.70	13.73
9	13153	92.85	3.83	4.56	12939.59	13.82
10	13152	85.72	4.13	4.84	14078.34	14.09
		F= 1.161 NS= 0.3695	F= 1.309 NS=0.2925	F= 1.202 NS=0.3469	F= 0.836 NS=0.5921	F= 0.730 NS= 0.6772

Sin duda que lo más importante que se desprende del cuadro anterior es el hecho de que la procedencia

COLCURA sea la que presenta los peores resultados, aún cuando estadísticamente la procedencias no difieren entre sí. Este hecho puede deberse a dos razones : la primera es que la procedencia COLCURA sea realmente inferior en cuanto a su potencialidad de crecimiento, lo cual estaría indicando que existe una gran posibilidad de mejorar los rendimientos obtenidos hasta ahora con esta especie con solo elegir la procedencia adecuada. La segunda razón puede radicar en el hecho de que esta procedencia fue la única que se plantó a raíz desnuda, lo cual pudo significar una desventaja que se ha manifestado en su crecimiento inicial. Si es así, es probable que en años posteriores la diferencia con las mejores procedencias disminuya considerablemente.

La procedencia ÑUBLE (Centro Semillas Chillán) en cambio, presenta un mejor desarrollo, pero todavía bastante inferior al de las procedencias 10724; 12888; 13152; 13153 y 11615, todas de Tasmania. Los 2 mejores resultados corresponden a procedencias de lugares con altitudes semejantes a la del ensayo.

Al igual que en el caso anterior no existe un patrón que indique qué zona de Tasmania constituye la procedencia más adecuada. La 13152 es del N.E. de Tasmania; la 13153 en cambio, corresponde a la costa oeste de la isla.

c) *Eucalyptus globulus ssp. maidenii*

Eucalyptus globulus ssp. maidenii en general presenta muy buena supervivencia, pero su desarrollo, en comparación con las otras subespecies, no resulta satisfactorio.

CUADRO 13

Resultados Ensayo Procedencias
Eucalyptus globulus ssp. *maidenii*

Ensayo : Colcura

Edad : 2 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	12321	100.00	2.01	2.09	1324.51	1.471
2	S/I	78.57	1.96	2.00	1654.58	1.531
3	11995	92.86	2.04	2.44	1839.28	1.898
4	12128	90.48	2.11	2.36	1093.30	2.188
5	12132	88.09	2.11	2.65	2737.20	2.814
6	12125	92.86	2.23	2.73	2721.90	2.867
7	12130	92.86	2.47	2.96	3192.60	3.402
8	E-1484	97.62	2.45	2.97	3205.39	3.547
9	12126	97.62	2.61	3.12	3754.81	3.547
		F= 1.579 NS= 1.999	F= 0.409 NS=0.9007	F= 0.804 NS=0.6075	F= 0.599 NS=0.7668	F= 0.603 NS= 0.7635

Las diferencias entre procedencias no son estadísticamente significativas en todas las variables analizadas. Sin embargo, las procedencias 12130; E-1484 y 12126 presentan crecimientos bastante superiores a las 12321 y otra sin información. Las mejores procedencias fueron colectadas al centro de su área de distribución natural.

d) *Eucalyptus regnans*

El ensayo de *Eucalyptus regnans* está establecido en una área cercana al de *E. globulus*, pero con condiciones distintas, especialmente en cuanto a la presencia de vegetación competidora. El ensayo de *E. regnans* ha estado sometido a una fuerte competencia, lo cual explica que exista un mayor porcentaje de mortalidad y

que los crecimientos sean bastante inferiores a los alcanzados por *E. globulus*.

CUADRO 14

Resultados Ensayo Procedencias *Eucalyptus regnans*

Ensayo : Colcura

Edad : 3 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	12398	76.39	2.19	1.84	1013.30	0.87 b
2	12024	72.22	2.45	1.81	1113.81	0.90 b
3	12463	79.17	2.83	2.34	2090.87	1.86 ab
4	10967	83.33	2.79	2.28	2485.00	2.32 a
5	13526	80.56	2.74	2.52	2694.04	2.43 a
6	11619	80.55	2.92	2.70	3294.89	2.89 a
7	10078	83.33	3.43	2.84	3823.31	3.57 a
8	12074	83.33	3.04	2.88	4433.79	4.12 a
		F= 0.626 NS= 0.7275	F= 2.058 NS=0.109	F= 2.367 NS=0.0728	F= 2.337 NS=0.0757	F= 2.56 NS= 0.057

Al igual que en el ensayo El Parrón las procedencias con mejores resultados corresponden al centro sur de Tasmania, mientras que el menor crecimiento corresponde a la procedencia Toorongo Plateau, Victoria, lo cual coincide con lo observado por Wilcox (1982) en Nueva Zelanda y por Prado (1981) quien señala que la mejor procedencia de *E. regnans*, a los 10 años, en un ensayo instalado en Menque (36°40' L.S. 72°45' L.W.) corresponde a Mt. Wellington, Tasmania, y el peor desarrollo de la especie lo presenta una procedencia no identificada, de Victoria.

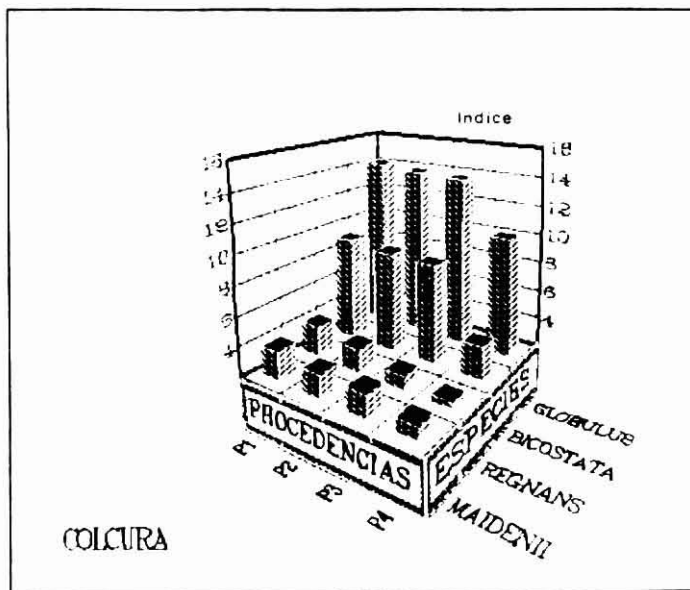
c) Comparación entre Especies

Al comparar la adaptación y desarrollo de las especies y subespecies ensayadas en Colcura, mediante el empleo de

la variable INDICE, se ve una clara superioridad de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* (Gráfico 2).

GRAFICO 2

Adaptación y Desarrollo de Las Especies Ensayadas en Colcura



Llama la atención el escaso crecimiento que presenta *E. regnans*, cuyos resultados no serían consistentes con los de ensayos realizados por INFOR en la zona costera de Concepción y Arauco, en los cuales esta especie supera ampliamente el crecimiento de *E. globulus* (Prado, 1981). La razón se encuentra en el hecho que *E. regnans* está ensayado en otro sitio, y ha estado sometido a una fuerte competencia por retamilla (*Genista hispanica*). La experiencia indica que una vez que las copas logran superar el nivel de los arbustos, la especie incrementa notablemente su tasa de crecimiento.

La diferencia entre las subespecies **globulus** y **maidenii** también llama la atención, ya que por lo general ambas subespecies crecen a tasas muy semejantes. Sin duda que esta evaluación es muy temprana como para sacar conclusiones, pero las tendencias iniciales por lo general se mantienen (Eldridge, 1972). Dadas las condiciones del lugar de ensayo, **E. globulus** ssp. **maidenii** también debería presentar un crecimiento superior a **E. globulus** ssp. **bicostata**, el cual por lo general crece más lento (Orme, 1983), y sólo se recomienda para sitios más secos.

3.3 Ensayo Jauja

Este ensayo se estableció en 1984, en un sector con una altitud cercana a los 1000 m.s.n.m. La zona presenta heladas frecuentes y nieve ocasional. Se ensayan 7 procedencias de **Eucalyptus nitens**.

Las parcelas, en general presentan una mortalidad bastante alta, debido a la fuerte competencia que impone una cubierta de gramíneas perennes, que predominaba en el área. Cabe señalar que en el mismo sector se instalaron ensayos con **E. regnans** y **E. delegatensis**, pero su supervivencia fue tan baja que fueron desechados. Esta última especie es particularmente susceptible a la competencia del pasto (Ellis et al., 1985). Además, las bajas temperaturas deben haber constituido un importante factor en la mortalidad de **E. regnans**, el cual es bastante susceptible al frío.

Los resultados de este ensayo se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO 15

Resultados Ensayo Procedencias Eucalyptus nitens

Ensayo : Jauja

Edad : 4 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	E-1546	61.33	2.73	4.50	5707.80	3.80
2	12114	84.00	2.93	4.33	8336.07	7.91
3	ALEXANDRA	61.33	3.23	5.33	12042.90	8.37
4	12175	71.67	3.13	4.40	10680.97	8.50
5	E-1551	69.33	3.47	5.03	11623.57	9.02
6	12211	76.00	3.47	4.97	11610.53	10.11
7	11814	76.67	3.30	5.23	12069.53	10.60
		F= 1.171 NS= 0.3752	F= 0.551 NS=0.7615	F= 0.809 NS=0.5797	F= 0.800 NS=0.5858	F= 0.649 NS= 0.69

A pesar de que la competencia limita mucho el crecimiento inicial, el desarrollo que presentan las procedencias de *E. nitens* es satisfactorio.

Estadísticamente las procedencias no difieren en forma significativa, pero si se analizan las variables D H e INDICE, se encuentran diferencias de importancia. En general, las procedencias de Victoria tienen mejores resultados, aún cuando en este caso la mejor corresponde a Anembo, New South Wales. Todos los lugares de origen están entre los 1000 y 1500 m de altitud.

3.4 Ensayo El Retiro

Este ensayo está ubicado frente al pueblo Malalcahuello, entre los 620 y 650 m de altitud. El área presenta heladas frecuentes y nevadas ocasionales.

En este lugar se ha ensayado una completa colección de procedencias de *Eucalyptus nitens*, cuyos resultados se entregan en el Cuadro 16.

CUADRO 16

Resultados Ensayo Procedencias Eucalyptus nitens

Ensayo : El Retiro

Edad : 3 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVIV. (%)	ALTURA(m)	DIAMETRO (cm)	D ² H	INDICE
1	653	45.0	0.62	0.90	67.36	0.019
2	556	65.0	0.75	0.87	91.70	0.031
3	186	56.3	0.76	0.97	155.52	0.053
4	542	50.0	1.27 ab	1.09	192.82	0.055
5	E-1546	66.7	0.82	0.92	95.53	0.068
6	ALEXANDRA	52.3	0.93 b	1.02	151.40	0.076
7	172	68.3 a	0.84	1.04	115.03	0.083
8	12114	73.3 a	0.78	0.93	99.32	0.084
9	12211	61.7	0.92 b	1.01	149.97	0.109
10	555	71.7 a	0.90 b	1.06	187.73	0.148
11	653	66.7 a	0.91 b	1.19	232.32	0.174
12	628	83.3 a	1.03 b	1.20	206.91	0.192
13	644	65.0 a	0.98 b	1.19	247.08	0.203
14	184	87.7 a	0.97 b	1.24 b	230.72	0.206
15	650	80.0 a	1.03 b	1.28 b	284.40 a	0.253 a
16	543	68.3 a	1.30 ab	1.42 b	385.66 a	0.260 a
17	45	70.0 a	0.94 b	1.14	410.18 a	0.284 a
18	19	70.0 a	1.24 ab	1.58 ab	444.51 a	0.368 a
19	655	78.3 a	1.27 ab	1.57 ab	506.22 a	0.438 a
20	18	85.0 a	1.08 b	1.51 ab	556.68 a	0.524 a
21	189	85.0 a	1.52 a	1.84 a	706.51 a	0.672 a
22	543	83.3 a	1.44 ab	1.57 ab	782.78 a	0.760 a
		F= 1.899 NS= 0.038	F= 2.32 NS=0.019	F= 3.416 NS=0.003	F= 2.761 NS=0.002	F= 4.773 NS= 0.000

Aún cuando los resultados de este ensayo son variables según sea la procedencia, existe un factor común, que es el escaso desarrollo que presenta la especie, cualquiera sea su origen.

La razón de este lento crecimiento y alta mortalidad es la fuerte competencia que existe en el lugar por parte de una vigorosa pradera de gramíneas perennes y otros pastos, la cual, a pesar de la aplicación de herbicidas poco después de la instalación del ensayo, ha llegado a más de un metro de altura, cubriendo las plantas ensayadas. Al igual que en Jauja, en este lugar se plantaron procedencias de *E. delegatensis* y *E. regnans*, las que a la fecha presentan muy escasa supervivencia, razón por la cual no son analizadas.

Entre las procedencias de *E. nitens* existen diferencias significativas. Las procedencias de Rubicon (18, 19, 655) y Macalister (45, 189); ambos en lugares en Victoria, son en general superiores, aún cuando el mejor resultado corresponde a una procedencia de Errinundra, Victoria, lugar que se encuentra apróximadamente en la misma latitud que las anteriores, pero un poco más al este.

Las procedencias de New South Wales no presentan buenos resultados.

3.5 Ensayo Los Copihues

Este ensayo está ubicado en la Cordillera de la Costa, al este de la ciudad de Valdivia, a unos 500 m de altitud. El ensayo fue establecido en 1981 y no recibió cuidados hasta que se efectuó la segunda medición, fecha en que se realizó una poda. Las 4 especies ensayadas en este lugar, *E. delegatensis*, *E. globulus*, *E. nitens* y *E. regnans* estuvieron sometidas a una fuerte competencia lo cual queda demostrado en la escasa supervivencia de las especies más sensibles.

a) *Eucalyptus nitens*

E. nitens es la especie que presenta la mayor supervivencia y desarrollo en este ensayo. Sus resultados se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO 17

Resultados Ensayo Procedencias Eucalyptus nitens

Ensayo : Los Copihues

Edad : 6 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVI- VENCIA(%)	ALTURA TOTAL(m)	DAP (cm)	VOLUMEN ESTIMADO (m3/ha)
1	12175	65.33	10.35	12.52	60.24
2	12214	69.33	11.31	13.43	75.14
3	12211	69.33	11.11	13.79	83.77
4	11814	78.67	12.45	14.99	116.76
		F = 0.567 NS= 0.6521	F= 2.505 NS= 0.133	F = 1.081 NS= 0.4107	F = 2.745 NS= 0.1127

El número de procedencias ensayadas es escaso como para obtener conclusiones válidas para el área que representa este ensayo. Sin embargo, los resultados confirman la buena adaptación de las procedencias 11814 y 12211, que corresponden a Anembo, NSW y Alexandra Forest, VIC, las cuales también presentan los mejores desarrollos en el ensayo instalado en Jauja.

b) Eucalyptus regnans

La especie presenta muy baja supervivencia. La mortalidad puede deberse a dos factores : competencia y heladas severas.

CUADRO 18

Resultados Ensayo procedencias *Eucalyptus regnans*

Ensayo : Los Copihues

Edad : 6 años

TRAT. N°	CODIGO PROCEDENCIA	SUPERVI- VENCIA(%)	ALTURA TOTAL(m)	DAP (cm)	VOLUMEN ESTIMADO (m3/ha)
1	12074	34.67	9.63 b	11.32 b	24.49
2	12463	48.00	9.09 b	10.60 b	30.63
3	11619	49.33	10.73 a	13.40 a	56.45
		F = 0.417 NS= 0.6766	F= 5.766 NS= 0.040	F = 5.227 NS= 0.0487	F = 1.807 NS= 0.243

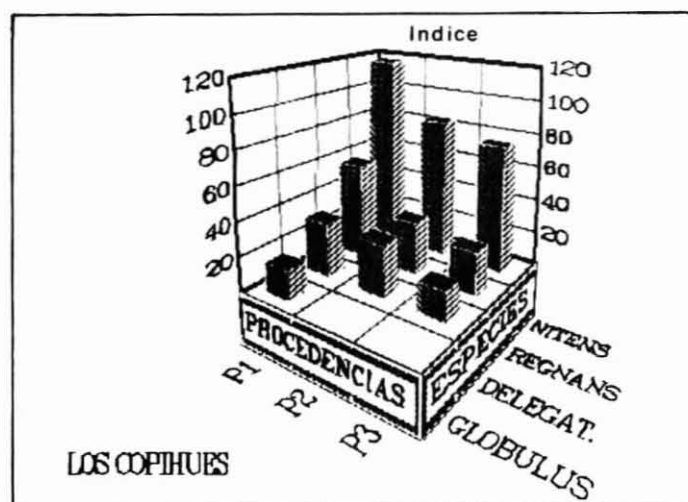
Al igual que en el caso de *E. nitens*, este ensayo sólo sirve para confirmar que las procedencias del sur de Tasmania son consistentemente superiores en supervivencia y crecimiento. En estas procedencias se combinan una buena resistencia al frío y una tasa de crecimiento satisfactoria (Wilcox, 1982; Rook et al., 1980).

c) Comparación entre Especies

Además de *E. nitens* y *E. regnans* en este ensayo se instalaron algunas parcelas de *E. delegatensis* y *E. globulus* ssp. *globulus*. En el Gráfico N° 3 se comparan sus crecimientos.

GRAFICO 3

Adaptación y Desarrollo de las Especies Ensayadas en Los Copihues



El crecimiento de *E. nitens* es muy superior al de las otras especies ensayadas, confirmando su gran potencial para la forestación en la zona centro-sur del país.

4. DISCUSION GENERAL Y CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos analizados confirman la gran importancia que tiene la procedencia de la semilla en la supervivencia y desarrollo de las especies del género *Eucalyptus*. La gran variación que existe dentro de una misma especie en cuanto a su capacidad para adaptarse y crecer en un determinado lugar se ha confirmado en muchos de los ensayos, en los que las procedencias presentan diferencias altamente significativas.

Los datos obtenidos, con la ayuda de las pruebas estadísticas, permiten seleccionar procedencias, que definidas casi puntualmente, resultan superiores, en un determinado lugar. Este dato es importante, sin embargo cuando se trata de obtener semillas en cantidades comerciales, se requiere de la definición de un área algo más extensa. La determinación de estas áreas, en base a la

información obtenida no resulta tan fácil, ya que no existen patrones bien definidos. De una misma área se encuentran "buenas" y "malas" procedencias. Por ejemplo, en *E. globulus* ssp. *bicostata*, en Colcura, las procedencias extremas en cuanto a resultados son de lugares muy cercanos; en El Retiro, tres procedencias de Macalister presentan resultados muy dispares.

A pesar de esta disparidad es posible definir áreas con mayor probabilidad de éxito en cuanto a adaptación y desarrollo.

Para *Eucalyptus globulus*, no resulta fácil definir áreas que encierren orígenes de semilla consistentemente superiores. En el caso de *E. globulus* ssp. *globulus* dieron buenos resultados procedencias del N.E. de Tasmania (13152, 12888); del S.E. (10724) e incluso de la costa oeste de la isla (13153).

Los resultados obtenidos por Orme (1980) sugieren que sería importante ensayar procedencias de Victoria, que lamentablemente no fueron incluidas en este ensayo.

En el caso de *E. nitens*, aún cuando se presentan resultados contradictorios, se puede decir que las mejores procedencias corresponden a aquellas que se encuentran al sur de los 37°L.S. y entre los 145°y 147°L.E. Dentro de esta área destacan particularmente las procedencias de Macalister, Toorongo y Rubicon, siendo esta última la más consistente en cuanto a entregar buenos resultados. Las procedencias de New South Wales, en general presentan resultados inferiores, sin embargo, la procedencia 11814 de Anembo, New South Wales, presenta los mejores crecimientos tanto en Jauja como en Los Copihues. Aquí es necesario destacar que los excelentes crecimientos de *E. nitens* registrados por INFOR en la zona costera de la VIII Región, también fueron obtenidos con procedencias de New South Wales, incluyendo Mt. Royal, que se ubica en los 31°28' L.S. y Nimmitabel, en los 37°L.S. aproximadamente.

Nixon y Hagedorn (1980) en ensayos instalados en Sudáfrica, encontraron en su evaluación inicial la misma tendencia, con las procedencias de Macalister, Toorongo y Rubicon creciendo mejor que las de New South Wales. A los 5 años la situación era inversa, ya que las procedencias del norte eran significativamente superiores. Existe la posibilidad

de que lo mismo suceda en Chile, pero parece menos probable, ya que la misma similitud climática que puede existir entre Natal y el norte de New South Wales (ambos en los 30°L.S. aproximadamente), existe entre Victoria y la zona de estudio. De mantenerse la tendencia actual podrían esperarse crecimientos aún superiores a los logrados hasta el momento, con esta especie.

Las procedencias de *Eucalyptus regnans* no están bien representadas en los ensayos analizados. A pesar de esto se puede decir que la zona centro-sur de Tasmania sería una buena fuente de semillas de esta especie para Chile, lo cual se confirma con los resultados obtenidos en las plantaciones más antiguas realizadas por INFOR (Prado y Rojas, 1979; Prado, 1979). Es necesario ensayar un mayor número de procedencias de esta especie, incluyendo más orígenes de Victoria.

Aún cuando el objetivo de estos ensayos (con la excepción de Los Copihues) no es la selección de especies, se realizaron algunas comparaciones interespecíficas.

Eucalyptus nitens se destaca como la especie con el mayor potencial de crecimiento y la mejor capacidad de adaptación a diversas condiciones de suelo y clima. Su crecimiento es siempre superior al de las otras especies ensayadas y su capacidad de adaptación ha quedado demostrada en los ensayos en donde otras especies, *E. delegatensis* y *E. regnans* fueron incapaces de soportar las adversidades impuestas por el clima y la fuerte competencia del pasto.

Eucalyptus globulus confirma su buen desarrollo en el área de estudio y los resultados sugieren que podría haber cierta ganancia con el solo hecho de seleccionar las procedencias más adecuadas.

5. RECONOCIMIENTOS

El autor agradece al Dr. L.A. Pederick, quien aportó una completa colección de procedencias de *Eucalyptus nitens*. También agradece a los Sres. Juan Carlos Bañados, Juan José Aguirre y Daniel Barros por su valiosa ayuda y a todas las personas que han participado en este proyecto.

El Instituto Forestal agradece a las empresas Bosques de Chile S.A., FORVESA, Forestal Colcura S.A. y Forestal Tornagaleones y al Sr. Mario García G., por la cooperación prestada para la instalación de los ensayos.

6. REFERENCIAS

- Boland, D.J., M.I.H. Brooker, G.M. Chippendale et al. 1984. Forest Trees of Australia. Nelson - CSIRO. Melbourne, Australia. 687 p.
- Eldridge, K.G. 1972. Genetic Variation in Growth of *Eucalyptus regnans*. For. Timb. Bur. Aust. Bull. N° 46.
- Ellis, R.C., D.P. Webb, A.M. Graley and F. Rout. 1985. The effect of weed competition and Nitrogen nutrition on the growth of seedlings of *Eucalyptus delegatensis* in a highland area of Tasmania. Aust. For. Res. 1985, Vol. 15, pp. 395 - 408.
- Griffin, A.R., E.R. Williams and K.W. Johnson+. 1982. Early Height Growth and Forest Hardiness of *Eucalyptus regnans* Provenances in Twelve Field Trials in South-east Australia. Aust. For. Res. Vol. 12. pp. 263 - 29.
- INFOR - CORFO. 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Gerencia de Desarrollo AF 86/32. Santiago, Chile. 168 p.
- McKimm, R.J. 1985. Characteristics of the Wood of Young Fast-grown Trees of *Eucalyptus nitens* Maiden with Special Reference to Provenance Variation. I. Variations in Growth, Strain and Density Associated with Provenance. Aust. For. Res. Vol. 15. pp. 207 - 218.
- McKimm R.J., and Y. Ilic. 1987. Characteristics of the Wood of Young Fast-grown Trees of *Eucalyptus nitens* Maiden with Special Reference to Provenance Variation. III. Anatomical and Physical Characteristics.
- Nixon, K. and S.F. Hagedorn. 1983. A Five Year old Provenance Trial of *Eucalyptus nitens* in South Africa. Silvicultura, Año VIII, N°31. pp. 481 - 483.

- Opie, J.E. 1976. Volume Functions for Trees of all Sizes. Forestry Tech. Pap. N° 25. pp. 27 - 30.
- Orme, R.K. 1983. Progress with *E. globulus* Provenance Research. Silvicultura, Año VIII, N°31. pp. 483 - 486.
- Pederick, L.A. 1979. Natural Variation in Shining Gum (*Eucalyptus nitens*) Aust. For. Res. 9, 41-63.
- Pederick, L.A. 1976. Variation in Growth Rate between *Eucalyptus regnans* Trees from Four Seed Sources. For. Tech. Pap. N°25. pp. 35 - 39.
- Prado, J.A. 1981. Los Eucalyptus en la VIII Región. Una Perspectiva Interesante. En : Actas Seminario Nuevas Especies Forestales de Interés Económico para Chile. Santiago, Noviembre 1981.
- Prado, J.A. y P. Rojas. 1979. Los Eucalyptus como Alternativa para la Forestación en la VIII Región. Instituto Forestal - Informe Técnico N° 89. Santiago, Chile. 27 p.
- Raymond, C.A., C.E. Harwood and J.V. Owen. 1986 A Conductivity Method for Screening Population of Eucalypts for Frost Damage and Frost Tolerance. Aust. J. Bot. Vol. 34: 377- 93.
- Rook , D.A., M.D. Wilcox, D.G. Holden and I.J. Warrington. 1980. Provenance Variation in Frost Tolerance of *Eucalyptus regnans* F. Muell. Aust. For. Res. 10 : 213 - 38.
- Tibbits, W.N. and J.B. Reid. 1987. Frost Resistance in *Eucalyptus nitens* (Deane of Maiden) Maiden : Physiological Aspects of Hardiness. Aust. J. Bot. 35: 235-50.
- Wilcox, M.D. 1982. Preliminary Selection of Suitable Provenances of *Eucalyptus regnans* for New Zealand. N.Z.I. For. Sci. 12 (3): 468 - 79.
- Wilcox, M.D., T. Faulds, T.G. Vincent and B.R. Poole. 1980. Genetic Variation in Frost Tolerance among Open-pollinated Families of *Eucalyptus regnans* F. Muell. Aust. For. Res. 10 : 169 - 184.

**ADAPTACION DE DIVERSAS PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus camaldulensis*
y *Eucalyptus globulus* EN LA ZONA SEMIARIDA CHILENA**

Santiago Barros A. (*)

RESUMEN

Dentro de la zona árida y semiárida de Chile, con precipitaciones anuales de aproximadamente 100 a 700 mm y períodos secos de hasta 10 meses, se estableció una red de ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh y *Eucalyptus globulus* Labill, en los años 1984, 1985 y 1986.

Con procedencias de *E. camaldulensis* se instalaron cuatro ensayos en 1984, cuatro ensayos en 1985 y en el año 1986 se agregaron procedencias adicionales en algunos de estos ensayos. Con procedencias de *E. globulus* se establecieron cuatro ensayos en el año 1985.

Un total de 19 procedencias de *E. camaldulensis* e igual número de procedencias de subespecies de *E. globulus* fueron incluidas en los ensayos. Resultados a 3 y 4 años de edad para la primera especie y a 3 años de edad para la segunda, se presentan en este trabajo.

Los resultados de más interés con *E. camaldulensis* se obtuvieron con las procedencias de Lake Albacutya (Victoria), Umberumberka Creek (New South Wales), Katherine (Northern Territory) y Port Lincoln (Southern Australia). En el caso de *E. globulus*, no se encontraron diferencias significativas a los 3 años de edad, pero se destacan las procedencias de *E. globulus* ssp. *maidenii* y *E. globulus* ssp. *bicostata* de New South Wales, por sobre las procedencias Australianas y la procedencia local de *E. globulus* ssp. *globulus*.

(*) Ingeniero Forestal. División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554, Santiago - Chile.

1. INTRODUCCION

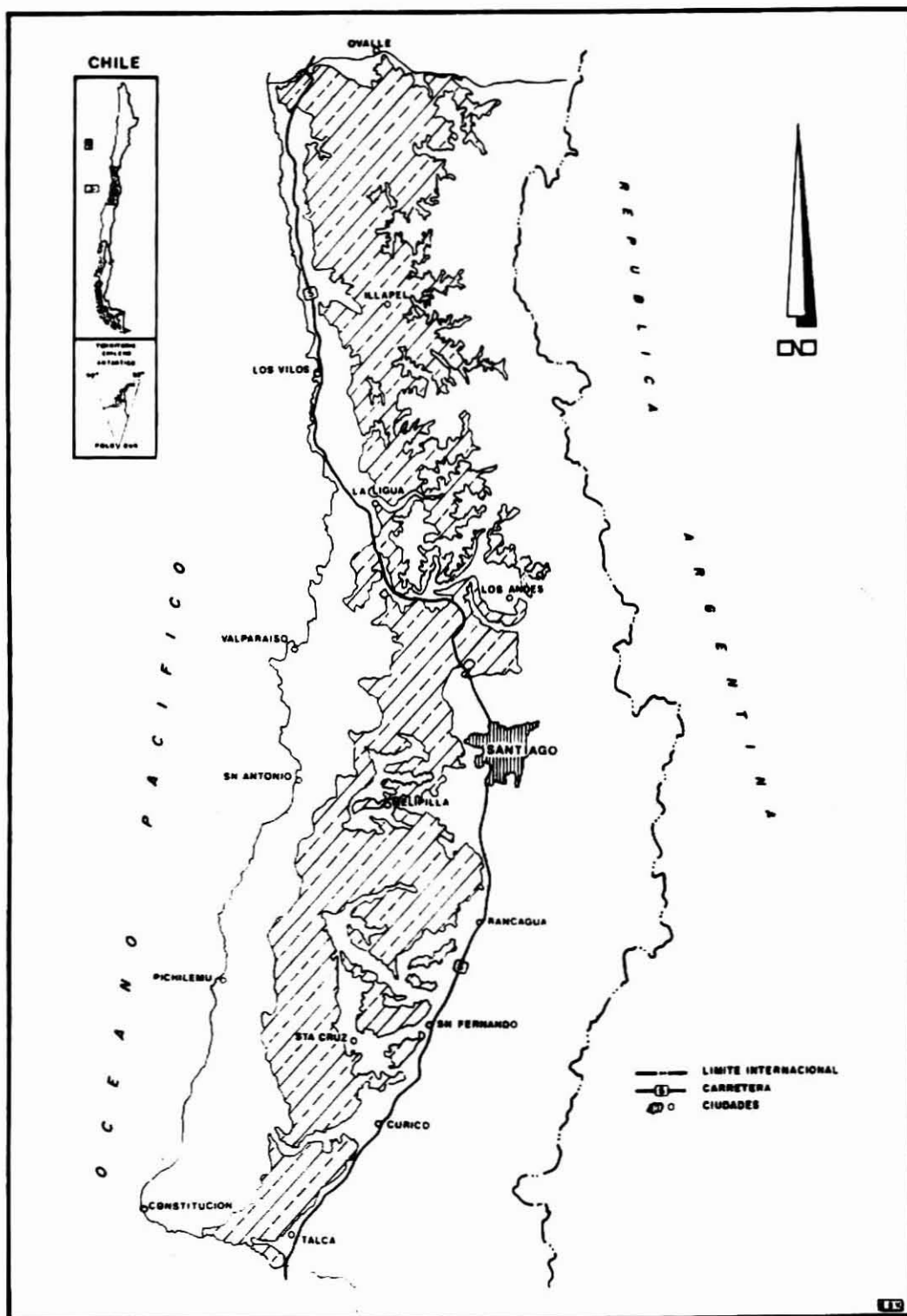
En el desarrollo de diversos proyectos de investigación del Instituto Forestal (INFOR), financiados por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (CIID), se está otorgando una especial importancia al secano interior de la zona central del país.

El secano interior, definido por la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa y los sectores no agrícolas del valle central, ocupa entre los ríos Limarí y Maule unos 2,3 millones de hectáreas. Dentro de esta extensa zona es posible la forestación, pero sólo a través de especies y procedencias seleccionadas y técnicas de establecimiento adecuadas, ya que las precipitaciones escasas y mal distribuidas imponen fuertes restricciones para la creación de bosques comerciales. Al norte del río Limarí, con precipitaciones de 100 mm anuales y menos, las limitaciones son más severas y no parece posible crear recursos arbóreos; al sur del río Maule las precipitaciones aumentan sobre los 700 mm por año y no existen grandes restricciones. Los sectores costeros en tanto, presentan una mayor disponibilidad hídrica que facilita el establecimiento de plantaciones. Sólo la zona costera norte ve reducidas las posibilidades a arbustos forrajeros y especies menores (Mapa N° 1 Secano Interior Zona Central de Chile).

A través de anteriores líneas de investigación de INFOR (INFOR - CORFO, 1986), se han seleccionado especies forestales capaces de prosperar bajo las condiciones de secano interior, entre las cuales destacan *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. y *Eucalyptus globulus* Labill. Sin embargo, la información de estos ensayos anteriores, en relación a procedencias de semillas de estas especies para la zona, es bastante escasa y sólo se conocen dos procedencias de *E. camaldulensis*, una de Victoria y una de New South Wales, y algunas de *E. globulus* ssp. *bicostata* y *E. globulus* ssp. *maidenii*. En el caso de *E. globulus* ssp. *globulus* se utilizó normalmente semilla local.

MAPA N° 1

SECANO INTERIOR ZONA CENTRAL DE CHILE



La selección de adecuadas especies y procedencias ha conducido a importantes ganancias en el crecimiento de plantaciones en distintos lugares del mundo (Eldrige and Cromer, 1987). El Servicio Forestal de Marruecos inició el reemplazo de procedencias locales de *E. camaldulensis* por una de Lake Albacutya (Victoria), con la cual se obtendrían ganancias de rendimiento volumétrico de un 105% (Bellefontaine et al., 1979; Knockaert, 1984). En Nigeria se ha triplicado y en Israel se ha octuplicado la producción volumétrica mediante selecciones de procedencias (Lacaze, 1977).

Eucalyptus globulus y *Eucalyptus camaldulensis* son las dos especies del género más difundidas en el mundo. Se estima que de la primera existen unas 800 mil hectáreas de plantaciones, la mitad de las cuales se encuentran en España y Portugal (Orme, 1978), y de la segunda, unas 500 mil hectáreas, principalmente en España y Marruecos (FAO, 1979).

Con *Eucalyptus camaldulensis* se ha efectuado una gran cantidad de investigaciones tendientes a la selección de procedencias, que han demostrado un considerable grado de variabilidad intraespecífica (Lacaze, 1977; Bellefontaine et al., 1979). Con *Eucalyptus globulus* en tanto, es escasa la experiencia y no se han realizado ensayos de procedencias en gran escala, pese a la importancia comercial de la especie (Orme, 1978). Esto se puede deber a que las procedencias originalmente empleadas dieron buenos resultados, o a que la restringida distribución geográfica natural de la especie hacía presumir una escasa variabilidad intraespecífica (FAO, 1978). Los primeros ensayos de importancia con procedencias de *E. globulus* fueron iniciados por la Forestry Commission de Tasmania en 1973 y se ubicaron en la parte norte de Tasmania, posteriormente en los años 1975 y 1976 éstos se ampliaron (Orme, 1978; 1983).

En 1984 INFOR inició el establecimiento de una red de ensayos de procedencias de *E. camaldulensis* y *E. globulus* en la zona semiárida del país. Algunos resultados preliminares ya se han publicado (Barros y Rojas, 1987),

para la primera especie, y en el presente trabajo se entregan resultados para ambas.

2. MATERIAL Y METODO

2.1 Procedencias en Ensayo

Una forma de seleccionar las procedencias a incluir en ensayos es por analogías climáticas entre los lugares de origen y aquellos para los cuales se intenta la selección, sin embargo, este procedimiento puede conducir a la inclusión de procedencias que se ubican en los límites de la zona de distribución natural y no en los sectores de mayor ocurrencia, en los que normalmente crece mejor. Además, este sistema descarta la posibilidad de una adaptabilidad o plasticidad especial de ciertas procedencias (Boland et al., 1980). Un buen ejemplo de esto es la procedencia de *E. camaldulensis* de Lake Albaçutya (Victoria) que ha mostrado una buena adaptación y crecimiento en climas tropicales (Jackson and Ojo, 1973, cit. por Boland et al., 1980). Esta procedencia de clima mediterráneo, difícilmente habría sido seleccionada mediante analogía climática (Eldrige and Cromer, 1987).

Lo más recomendable es iniciar los ensayos de procedencias con una fase que incluya el área natural completa (Burley and Wood, 1979), en la cual se pueden probar 10 a 30 procedencias según la amplitud de la distribución geográfica y la variabilidad de la especie.

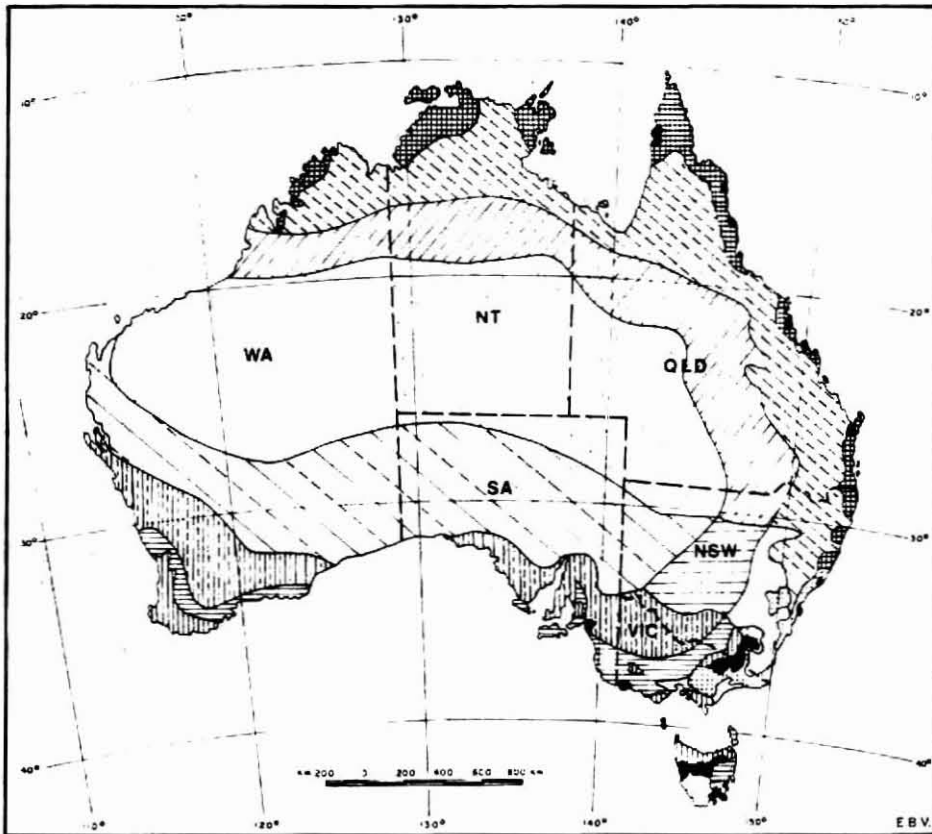
El *E. camaldulensis* se distribuye naturalmente sobre una extensa área en Australia, estando presente en todos los estados con la excepción de Tasmania. Se la encuentra en altitudes de 30 a 600 m.s.n.m, bajo climas tropicales hasta templados, con temperaturas de - 6 a 54°C y precipitaciones de 250 a 1000 mm anuales. Prospera sobre suelos tan variables como arcillas pesadas o arenas aluviales y soporta inundaciones prologandas y salinidad en el suelo (Turnbull, 1973).

El Mapa N° 2 siguiente muestra esquemáticamente los regímenes pluviométricos en Australia y el Mapa N° 3 la distribución natural de *E. camaldulensis*.

MAPA N° 2

REGIMENES DE PRECIPITACION AUSTRALIA

(Boland et al 1984)



PRECIPITACION ANUAL (mm)

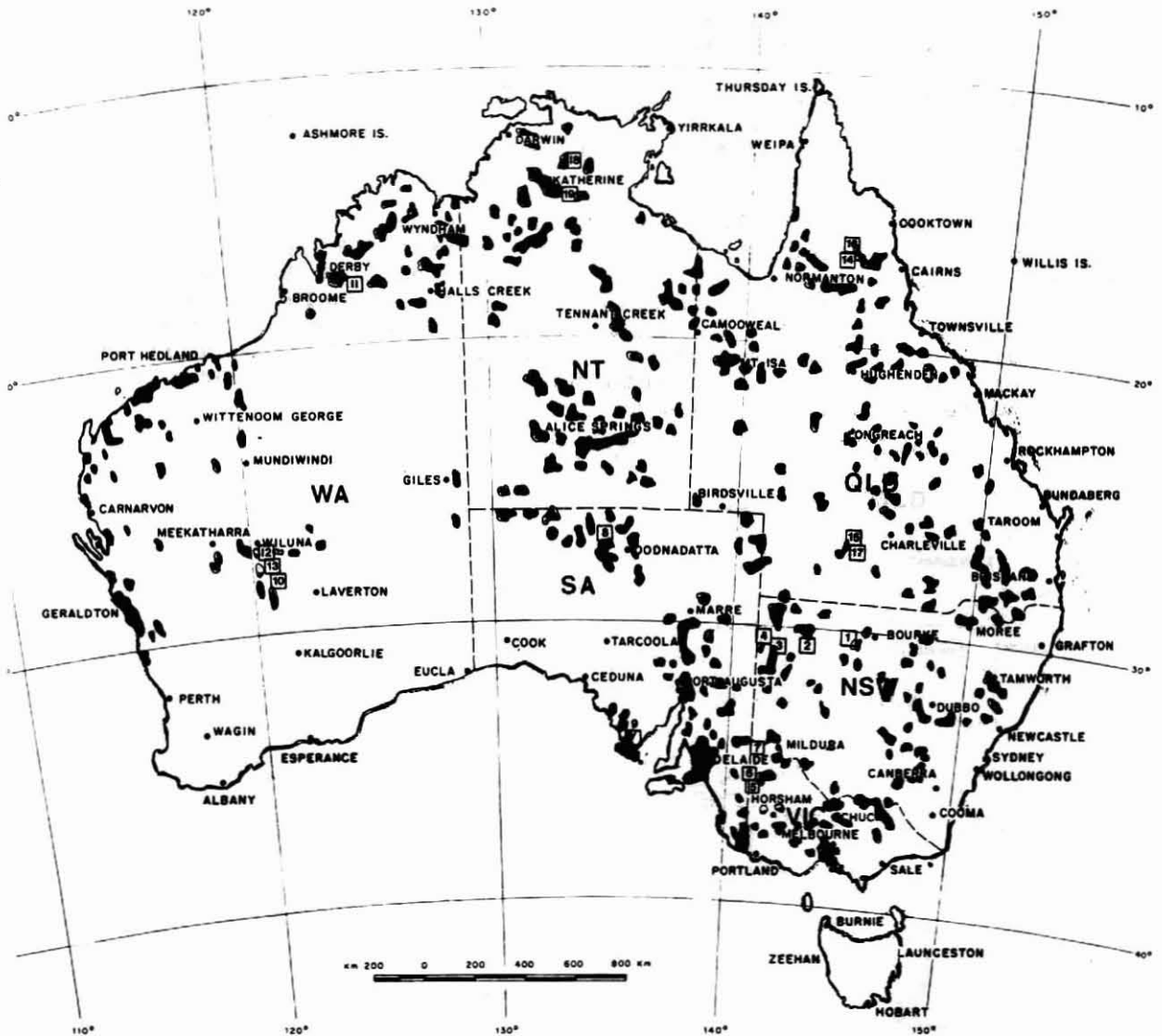
VERANO	INVIERNO	UNIFORME	ARIDO
> 1200	> 800	> 800	< 350
650 1200	500 800	500 800	< 250
350 600	250 500	250 500	ALPINE

MAPA N° 3

DISTRIBUCION NATURAL Eucalyptus camaldulensis Dehnh.

AUSTRALIA

(Boland et al, 1984)



El *E. globulus* tiene una distribución natural en Australia bastante más restringida. Normalmente se había considerado que esta especie sólo se encontraba naturalmente en Tasmania, islas del Estrecho de Bass y pequeños sectores del sur de Victoria (Mapa N° 4). Sin embargo, posteriormente (Kirkpatrick, 1975), se definió que la especie *Eucalyptus globulus* Labill. incluye cuatro subespecies, que son las siguientes :

E. globulus Labill ssp. *globulus*

E. globulus Labill ssp. *bicostata* (Maiden et al.)
Kirkpatrick.

E. globulus Labill ssp. *pseudoglobulus* (Naudin ex Maiden)
Kirkpatrick.

E. globulus Labill ssp. *maidenii* (F. Muell) Kirkpatrick.

Al considerar las cuatro subespecies la distribución natural se hace más amplia; encontrándose *E. globulus* ssp. *globulus* en Tasmania, Islas del Estrecho de Bass y en el sur de Victoria; *E. globulus* ssp. *pseudoglobulus* en el sur de Victoria; *E. globulus* ssp. *bicostata* en sectores de Victoria y New South Wales y *E. globulus* ssp. *maidenii* en el sur este de New South Wales y pequeños sectores del norte de Victoria (Mapa 5).

MAPA N° 4

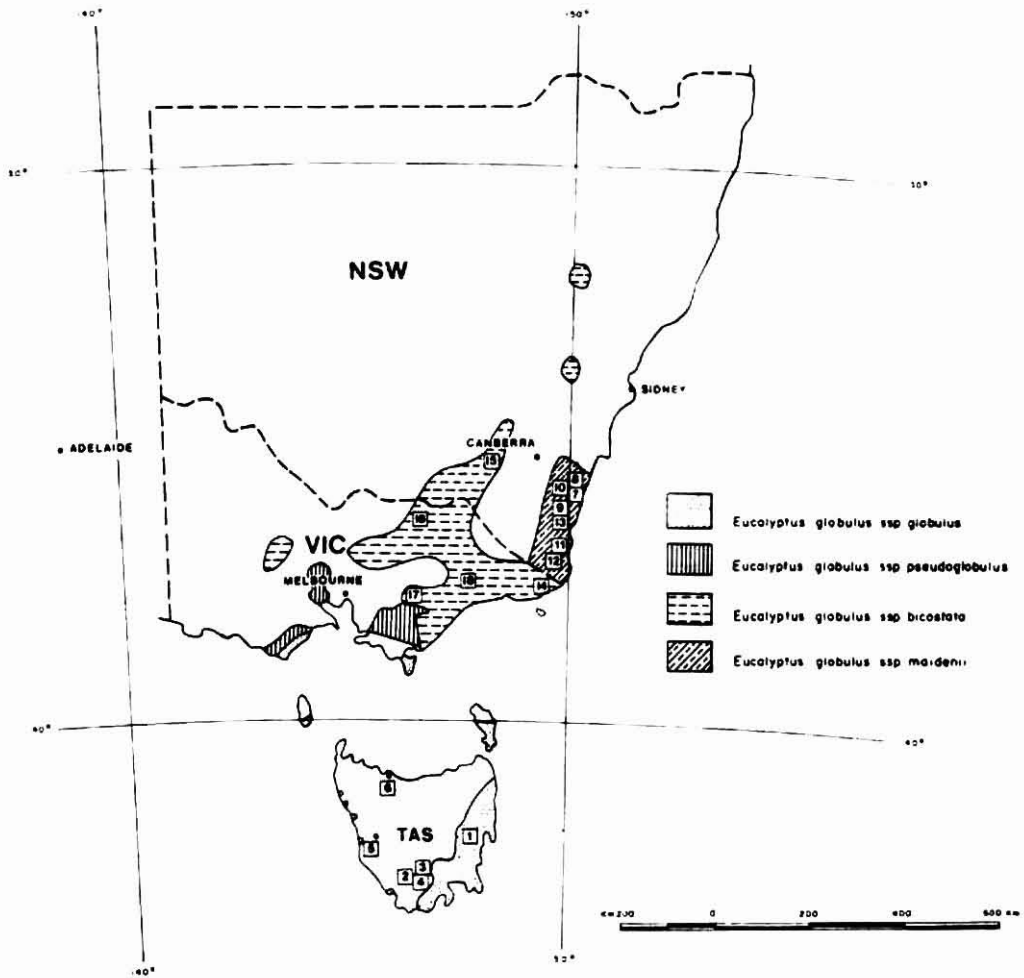
DISTRIBUCION NATURAL Eucalyptus globulus Labill.
AUSTRALIA

(Boland et al, 1984)



MAPA N° 5
DISTRIBUCION NATURAL
Eucalyptus globulus y subespecies
AUSTRALIA

(Kirkpatrick, 1975)



Según la subespecie, *E. globulus* prospera bajo un clima caracterizado por una temperatura mínima media del mes más frío de -4°C (*E. globulus* ssp. *maidenii*), una temperatura media máxima del mes más cálido de 32°C (*E. globulus* ssp. *bicostata*), precipitaciones anuales de 600 a 1400 mm y presencia de heladas. En altitud se distribuye desde cerca del nivel del mar hasta los 1050 m, en el caso de *E. globulus* ssp. *bicostata* que presenta el rango más amplio (Boland et al., 1984).

En los Cuadros N°s 1 y 2 siguientes aparece la identificación y descripción de las procedencias en ensayo, para *E. camaldulensis* y las subespecies de *E. globulus*, respectivamente. La ubicación de estas procedencias ha sido también señalada en los Mapas N°s 3 y 5.

Se puede apreciar que en el caso de *E. camaldulensis* se contó con 19 procedencias; entre las que se cuentan aquellas de Lake Albacutya (Victoria), Katherine (Northern Territory), Petford (Queensland) y Wiluna (Western Australia), que han dado buenos resultados en la cuenca del Mediterráneo (Lacaze, 1977). Las condiciones climáticas de los lugares de origen son tan dispares, como 129 mm anuales de precipitación en la zona árida norte de Southern Australia (Oodnadatta), a 484 mm con régimen invernal en el sur del mismo estado (Port Lincoln) y 1427 mm con régimen estival en Queensland (Petford).

Para *E. globulus* se dispuso también de 19 procedencias, incluyendo una local (Ñuble, Chile). Dentro de las procedencias disponibles, aparentemente el *E. globulus* ssp. *maidenii* estaría bien representado, ya que su área de distribución es reducida y se contó con 8 procedencias. De *E. globulus* ssp. *bicostata* y *E. globulus* ssp. *globulus* se incluyeron 4 y 6 procedencias, respectivamente y, no se obtuvo semillas de *E. globulus* ssp. *pseudoglobulus*.

CUADRO N° 1

PROCEDENCIAS Eucalyptus camaldulensis Dehnh.

PROCEDENCIA				LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PRECIPITA-	TEMPERATURA	
				S	E	(msnm)	CION	Max. media mes	Min. media mes
							(mm/año)	mas calido	mas frío
								(°C)	(°C)
1	12500	Darling River Bourke	NSW	30°50'	145°57'	110	349	36.8	4.5
2	13194	Mimindee	NSW	32°25'	142°30'	60	237	32.9	5.1
3	11836	Umberumberka Creek	NSW	31°57'	141°28'	304	237	32.9	5.1
4	6980	Silverton	NSW	31°54'	141°13'	210	237	32.9	5.1
5	13554	Lake Albacutya	VIC	35°54'	142°00'	70	332	32.4	4.2
6	10666	Lake Albacutya	VIC	35°44'	142°20'	70	332	32.4	4.2
7	6991	Wallpola	VIC	34°07'	141°39'	36	269	22.9	6.3
8	12828	NW Oodnadatta	SA	26°57'	133°32'	300	129	38.0	6.0
9	10885	Port Lincoln	SA	34°35'	135°38'	90	484	24.9	8.4
10	9856	Agnew	WA	28°30'	120°57'	490	228	38.3	6.6
11	12350	Fitzroy River Crossina	WA	18°11'	125°36'	150	519	40.9	11.1
12	13433	W Wiluna	WA	26°33'	120°30'	550	239	37.2	4.9
13	7912	Wiluna	WA	26°00'	120°00'	518	239	37.2	4.9
14	12964	Emu Creek Petford	QLD	17°20'	144°68'	460	1427	29.6	10.4
15	13264	73 Km N Quilpie	QLD	25°58'	144°35'	260	291	37.9	6.3
16	13476	Emu Creek Petford	QLD	17°20'	144°58'	460	1427	29.6	10.4
17	6871	Quilpie	QLD	26°52'	144°49'	226	272	36.6	5.4
18	12181	S Katherine	NT	14°30'	132°15'	110	952	38.1	13.2
19	13801	Katherine	NT	14°27'	132°16'	110	952	38.1	13.2

CUADRO N ° 2

PROCEDENCIAS Eucalyptus globulus Labill. y SUBESPECIES

PROCEDENCIA					LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PRECIPITA-	TEMPERATURA	
					S	E	(msnm)	CION	Max. media mes	Min. media mes
								(mm/año)	mas calido	mas frio
									(°C)	(°C)
1	ssp. globulus	10080	W Swansea	TAS	42°25'	147°45'	660	639	-	-
2	ssp. globulus	10771	Glen Huon	TAS	43°02'	146°57'	300	999	20.1	3.5
3	ssp. globulus	10029	Ranelagh	TAS	43°00'	147°00'	360	631	21.6	4.2
4	ssp. globulus	13467	Police Point	TAS	43°15'	147°05'	250	1420	20.4	2.6
5	ssp. globulus	13153	MacQuarie Harbour	TAS	42°20'	145°30'	200	2527	20.2	1.5
6	ssp. globulus	13152	E Musselrde River	TAS	41°05'	148°10'	100	787	22.4	2.9
- Nuble					CHILE					
7	ssp. maidenii	11863	NW Nerigundah	NSW	36°15'	149°46'	245	943	24.1	5.8
8	ssp. maidenii	12132	SW Nellinger	NSW	35°41'	150°04'	335	943	24.1	5.8
9	ssp. maidenii	12130	Mt. Dromedary	NSW	36°17'	150°03'	305	876	27.1	1.4
10	ssp. maidenii	11995	Nerigundah	NSW	36°07'	149°53'	600	943	24.1	5.8
11	ssp. maidenii	12128	Myrtle Mtn.	NSW	36°53'	149°50'	518	876	27.1	1.4
12	ssp. maidenii	12126	Rimmil Hill	NSW	37°07'	149°53'	360	903	-	-
13	ssp. maidenii	12125	Tantawanglo Mt.	NSW	36°48'	149°34'	381	877	27.1	1.4
14	ssp. maidenii	12321	Cann. Valley	VIC	37°18'	149°12'	290	1050	23.1	- 2.5
15	ssp. bicostata	9246	Wee Jasper	NSW	35°18'	148°10'	910	1419	23.5	- 1.5
16	ssp. bicostata	9539	Stanley	VIC	36°11'	146°40'	580	920	27.3	2.9
17	ssp. bicostata	12653	S Traralgon	VIC	38°22'	146°31'	290	914	25.3	3.8
18	ssp. bicostata	11742	N Bruthen	VIC	37°60'	147°47'	310	692	24.6	3.4

2.2 Ubicación y Caracterización de los Ensayos

Los ensayos se distribuyen dentro de la zona semiárida entre los 31°30' (Illapel) y los 35°30' (Botacura) aproximadamente.

En el Cuadro N°3 siguiente se resume la información general sobre cada ensayo y en el Mapa N° 6 se indica su ubicación.

CUADRO N° 3

UBICACION Y DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS

ENSAYO	REGION	LATITUD	PRECIPITACION	TEMPERATURA	PERIODO	ESPECIE (1)
			MEDIA ANUAL (mm)	MEDIA ANUAL (°C)	SECO (meses)	
1 Bellavista	IV	31°30' S	215	15.3	8 - 10	Ec
2 Rinconada	V	32°30' S	232	14.8	7 - 9	Ec
3 Mel - Mel	V	33°20' S	480	14.4	7 - 9	Ec
4 Chorombo	RM	33°30' S	460	14.2	7 - 9	Ec Eg
5 Las Palmas	RM	33°40' S	512	14.7	7 - 9	Ec
6 Llallauguen	VI	34°15' S	554	13.0	6 - 8	Ec
7 Tanumé	VI	34°15' S	756	13.5	6 - 8	Eg
8 Nerquihue	VI	34°40' S	634	14.1	5 - 7	Ec
9 Botacura	VII	35°30' S	742	14.3	5 - 7	Ec Eg

(1) Ec : Eucalyptus camaldulensis

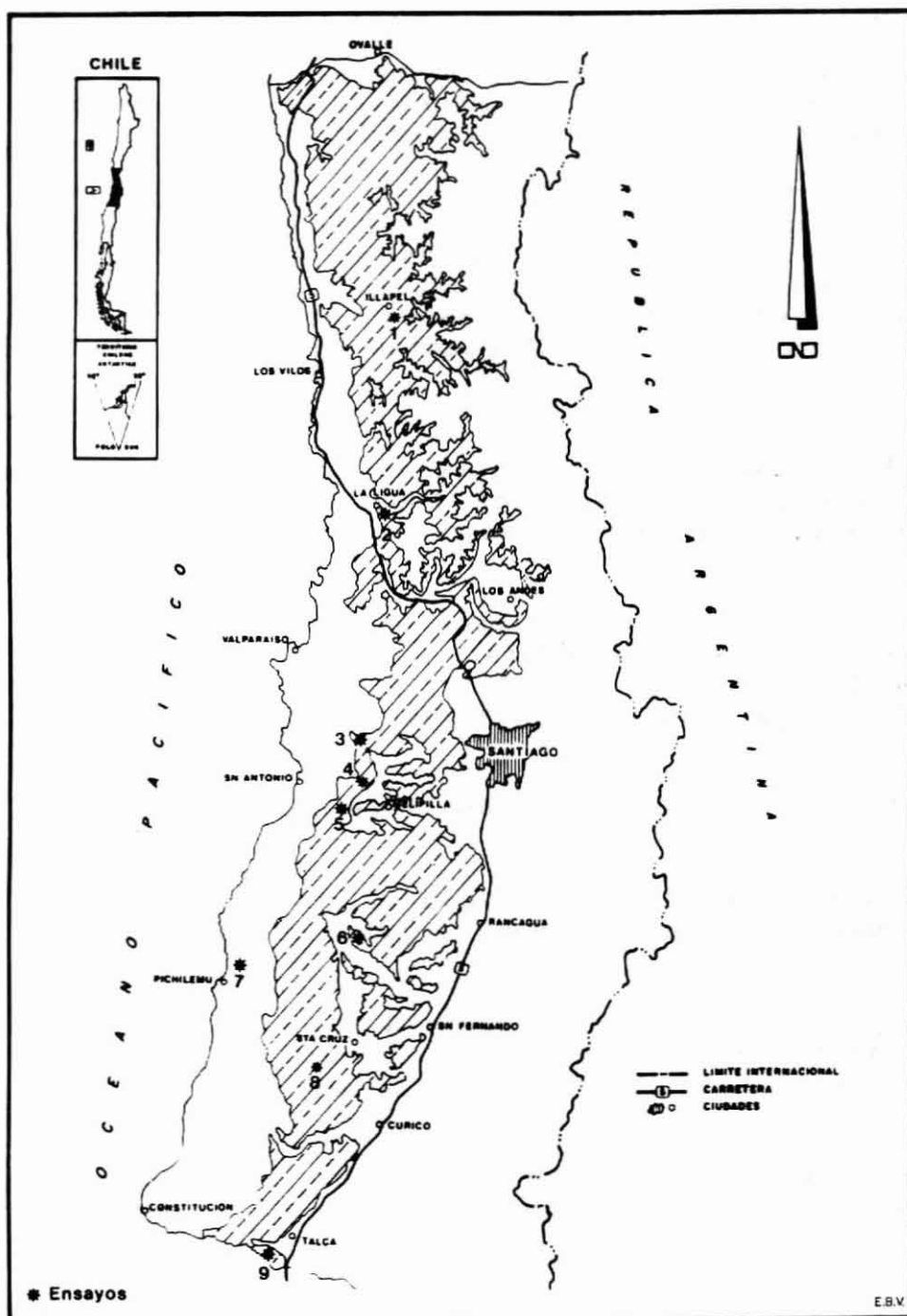
Eg : Eucalyptus globulus y subespecies

Altitud : < 400 m.s.n.m.

Suelos : Pardo No Calcicos

MAPA N° 6

UBICACION ENSAYOS



2.3 Instalación de los Ensayos

Las semillas se obtuvieron de CSIRO, Australia, y las plantas se produjeron en el vivero de INFOR en Santiago. Se utilizaron plantas de una temporada en maceta de polietileno, el período de viverización fue de 6 a 8 meses y las plantaciones se efectuaron en el período Junio-Julio, utilizando casillas de 30x30x30 cm como preparación de suelos, a 3 x 3 m de espaciamiento.

El diseño experimental es de parcelas al azar con tres repeticiones, cada parcela es de 20 plantas, por lo que cada procedencia está representada por 60 plantas en cada lugar (exceptuando el ensayo Mel-Mel, que consta de parcelas cuadradas de 25 plantas en las que se miden las 16 centrales).

La disponibilidad de plantas no permitió incluir todas las procedencias en todos los lugares, razón por la cual el número de éstas según ensayo es variable.

Los ensayos se establecieron en 1984, 1985 y 1986, para el caso de *E. camaldulensis*, y en 1985, en el caso de *E. globulus*. En los Cuadros 4 y 5 se indican las procedencias probadas por lugar en cada año de plantación.

2.4 Control de los Ensayos y Análisis de la Información

Las mediciones de cada ensayo se han efectuado anualmente y las variables controladas en cada caso son las siguientes:

- | | |
|----------------------------|--------|
| - Supervivencia de plantas | S (%) |
| - Diámetro de cuello | D (cm) |
| - Altura Total | H (m) |

Como variable respuesta se ha utilizado para cada procedencia la media de la suma de D2 H de cada repetición

CUADRO N° 4

PROCEDENCIAS Eucalyptus camaldulensis Dehnh SEGUN LUGAR DE ENSAYO

PROCEDENCIA			LAS	RINCO-	LLALLAU	MEL-	NERQUI-	BOTA-	ILLAPEL		CHOROMBO	
			PALMAS	NADA	QUEN	MEL	HUE	CURA	1985	1986	1985	1986
			1984	1984	1984	1984	1985	1985				
1	12500	Darling River Bourke	NSW	X	X	X	X	X	X		X	
2	13194	Mimindee	NSW	X	X	X	X	X	X		X	
3	11836	Umberumberka Creek	NSW	X	X							X
4	6980	Silverton	NSW						X		X	
5	13554	Lake Albacutya	VIC	X	X	X	X	X	X		X	
6	10666	Lake Albacutya	VIC	X	X	X	X					X
7	6991	Walpolla	VIC									X
8	12828	NW Oodnadatta	SA	X	X	X	X	X	X		X	
9	10885	Port Lincoln	SA	X	X	X	X	X	X		X	
10	9856	Agnew	WA	X	X	X			X		X	
11	12350	Fitzroy River Crossina	WA	X	X		X					
12	13433	W Wiluna	WA				X	X	X		X	
13	7912	Wiluna	WA	X	X	X				X		X
14	12964	Emu Creek Petford	QLD				X			X		X
15	13264	73 Km N Quilpie	QLD	X	X	X		X	X		X	
16	13476	Emu Creek Petford	QLD				X	X	X		X	
17	6871	Quilpie	QLD				X	X	X		X	
18	12181	S Katherine	NT	X	X	X				X		X
19	13801	Katherine	NT						X		X	

CUADRO N° 5

PROCEDENCIAS Eucalyptus globulus Labill y SUBESPECIES
SEGUN LUGAR DE ENSAYO

PROCEDENCIA					CHOROMBO	TANUME	BOTACURA
					1985	1985	1985
1	ssp. globulus	10080	W Swansea	TAS	X		
2	ssp. globulus	10771	Glen Huon	TAS	X	X	X
3	ssp. globulus	10029	Ranelagh	TAS	X		X
4	ssp. globulus	13467	Police Point	TAS	X		X
5	ssp. globulus	13153	MacQuarie Harbour	TAS	X		X
6	ssp. globulus	13152	E. Musselrde River	TAS	X	X	X
- Nuble CHILE					X	X	X
7	ssp. Maidenii	11863	NW Nerigundah	NSW	X		
8	ssp. maidenii	12132	SW Nellinger	NSW	X	X	X
9	ssp. maidenii	12130	Mt. Dromedary	NSW	X	X	X
10	ssp. maidenii	11995	Nerigundah	NSW	X	X	X
11	ssp. maidenii	12128	Myrtle Mtn.	NSW	X	X	X
12	ssp. maidenii	12126	Rimml Hill	NSW	X	X	X
13	ssp. maidenii	12125	Tantawangio Mt.	NSW	X	X	X
14	ssp. maidenii	12321	Cann. Valley	VIC	X		
15	ssp. bicostata	9246	Wee Jasper	NSW	X	X	X
16	ssp. bicostata	9539	Stanley	VIC	X		X
17	ssp. bicostata	12653	S Traralgon	VIC	X		
18	ssp. bicostata	11742	N Bruthen	VIC	X		

(cm³). Se ha analizado esta variable como una forma de evaluar conjuntamente los tres parámetros medidos.

Posteriormente se efectúa un análisis para definir la varianza entre las medias de cada procedencia, una prueba de Barlett para establecer si éstas son homogéneas y finalmente una prueba de Tukey que permite ubicar entre qué procedencias se encuentran diferencias significativas a un nivel de seguridad mínimo del 95%.

Los cuadros de resultados se presentan con las procedencias ordenadas decrecientemente según la variable respuesta mencionada.

RESULTADOS

En los cuadros siguientes se muestran los resultados obtenidos en aquellos ensayos para los cuales ya se ha procesado la información. Estos son los cuatro ensayos de *E. camaldulensis* plantados en 1984, tres de los cuatros de esta especie plantadas en 1985 y los tres ensayos de *E. globulus* plantados en 1985.

Cuando se encontraron diferencias significativas al nivel de seguridad mínimo antes indicado, éstas se señalan con una barra en la columna de la variable respuesta.

CUADRO 6

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Rinconada V Región, 4 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
					Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
10666	VIC	93,3	3,4	4,71	175,10	9,18
13554	VIC	95,0	3,1	4,64	164,00	8,35
11836	NSW	93,3	2,7	4,45	134,06	7,26
12181	NT	96,7	2,7	3,84	97,92	5,06
12350	WA	88,3	2,6	4,06	96,59	5,62
7912	WA	90,0	2,3	3,95	93,10	4,85
10885	SA	90,0	2,1	3,91	83,95	4,58
13194	NSW	75,0	2,8	3,19	63,86	4,16
12500	NSW	78,3	2,2	3,09	56,97	3,31
9856	WA	96,7	1,9	3,03	47,23	2,50
12828	SA	93,3	2,2	3,00	45,64	2,40
13264	QLD	85,0	1,9	3,05	42,84	2,51

CUADRO 7

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Mel - Mel, Región Metropolitana, 4 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
					Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
10666	VIC	100,0	3,9	5,33	212,68	13,29
13554	VIC	97,9	3,4	5,04	171,36	10,30
10885	SA	100,0	2,2	4,89	120,93	7,56
12964	QLD	95,8	3,2	4,31	119,24	7,69
12500	NSW	97,9	2,3	3,83	82,11	5,29
13433	WA	100,0	2,2	3,45	61,69	3,86
12828	SA	100,0	1,7	2,62	30,72	1,92
13194	NSW	95,8	1,9	2,58	28,13	1,82
9856	WA	97,9	1,6	2,61	23,18	1,48
12350	WA	85,4	1,3	2,02	14,79	1,07

CUADRO 8

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Las Palmas, Región Metropolitana, 4 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S (%) VENC. (%)	H (m) (m)	D (cm) (cm)	D2H	
					Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
10666	VIC	96,7	4,0	5,73	300,43	15,50
13554	VIC	91,7	2,8	5,11	171,45	9,54
7912	WA	96,7	1,9	3,65	98,83	5,04
12181	NT	96,7	2,2	3,45	80,29	4,19
10885	SA	91,7	1,8	4,16	76,89	4,18
12350	WA	91,7	1,9	3,68	69,78	4,10
11836	NSW	95,0	1,7	3,28	45,91	2,40
12828	SA	100,0	1,6	2,87	40,48	2,02
13264	QLD	96,7	1,5	2,85	37,51	1,95
9856	WA	86,7	1,0	1,91	13,47	0,79

CUADRO 9

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Llallauquén, VI Región, 4 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
					Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
10666	VIC	100,0	4,8	7,11	582,26	29,11
13554	VIC	96,7	3,9	6,30	409,64	21,06
12181	NT	98,3	3,4	5,47	279,39	14,31
13194	NSW	100,0	3,6	4,76	215,07	10,75
10885	SA	90,0	2,3	4,93	166,03	9,17
11836	NSW	100,0	2,8	4,89	162,38	8,12
13264	QLD	100,0	2,5	4,30	132,30	6,62
7912	WA	100,0	2,3	4,36	121,29	6,06
12500	NSW	95,0	2,4	4,18	118,81	6,20
9856	WA	90,0	1,8	3,41	63,72	3,55
12828	SA	98,3	1,9	3,32	58,82	3,01

CUADRO 10

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Bellavista, IV Región, 3 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
					Total (cm3 x 1000)	Medio (cm3x1000)
10885	SA	31,7	1,2	1,79	2,74	0,53
13554	VIC	38,3	1,1	1,28	2,19	0,25
9856	WA	41,7	0,9	1,09	1,59	0,18
13433	WA	35,0	1,0	1,14	1,52	0,18
13801	NT	23,3	1,1	1,16	1,33	0,24
6871	QLD	45,0	0,8	0,92	1,20	0,10
13194	NSW	40,0	1,1	1,05	1,15	0,14
12828	SA	58,3	0,8	0,81	0,99	0,08
13264	QLD	23,3	1,1	1,04	0,82	0,14
13476	QLD	13,3	0,8	0,75	0,66	0,12
6980	NSW	25,0	1,0	1,07	0,65	0,13
12500	NSW	26,7	0,9	1,00	0,45	0,11

CUADRO 11

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Nerquihue, VI Región, 3 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S(%)	H (m)	D (cm)	D2H	
					Total (cm3 x 1000)	Medio (cm3x1000)
13554	VIC	70,0	2,84	4,41	112,26	3,49
13264	QLD	81,7	2,25	3,75	63,07	4,20
13476	QLD	71,7	2,32	3,65	59,83	4,44
10666	VIC	81,5	1,93	3,32	49,03	6,92
13433	WA	71,7	1,64	2,54	28,44	2,12
13194	NSW	56,7	1,84	2,44	23,23	2,50
6871	QLD	75,9	1,38	2,55	20,80	1,52
10885	SA	70,0	1,22	3,08	18,27	1,46
12500	NSW	71,7	1,54	2,35	16,97	1,31
12828	SA	71,7	0,96	1,74	5,11	0,38

CUADRO 12

**Resultados Procedencias E. camaldulensis
Botacura, VII Región, 3 Años Edad.**

PROCEDENCIA		S (%)	H (m)	D (cm)	Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
13554	VIC	81,3	1,8	3,03	47,33	3,02
10885	SA	91,7	1,8	3,28	44,63	2,44
12500	NSW	95,0	2,1	3,04	44,17	2,30
13433	WA	96,7	1,5	2,51	22,88	1,17
13476	QLD	88,3	1,8	2,27	19,69	1,12
13194	NSW	80,0	1,8	2,20	18,67	1,23
6871	QLD	87,9	1,3	2,40	17,48	0,99
12828	SA	90,0	1,1	1,86	8,69	0,48

CUADRO 13

**Resultados Procedencias E. globulus y subespecies
Chorombo, Región Metropolitana, 3 Años Edad.**

PROCEDENCIA	S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
				Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
12125 NSW maidenii	68,3	2,4	3,69	48,56	4,13
12130 NSW maidenii	85,0	2,0	2,83	45,94	2,78
9246 NSW bicostata	60,0	2,1	3,40	38,85	2,68
12126 NSW maidenii	76,7	2,0	2,98	36,79	2,67
12132 NSW maidenii	45,0	2,2	3,33	31,70	3,42
11863 NSW maidenii	83,3	1,9	2,63	30,16	1,78
10771 TAS globulus	53,3	2,3	3,26	28,59	2,87
9539 VIC bicostata	46,7	2,1	3,47	26,97	2,82
13152 TAS globulus	41,7	2,1	2,95	25,36	2,44
11995 NSW maidenii	76,7	1,8	2,50	24,41	1,60
10080 TAS globulus	31,7	2,1	3,01	22,39	3,02
ÑUBLE globulus	31,7	2,2	3,40	18,36	3,05
12653 VIC bicostata	50,0	2,0	2,64	17,74	1,89
13467 TAS globulus	15,0	2,0	2,87	17,42	3,50
12321 VIC maidenii	75,0	1,7	2,31	16,14	1,07
12128 NSW maidenii	58,3	1,6	2,25	14,27	1,29
11742 VIC bicostata	63,3	1,6	2,04	11,35	0,88
10029 TAS globulus	23,3	1,8	2,77	7,04	1,59
13153 TAS globulus	20,0	1,9	2,61	6,06	1,37

CUADRO 14

**Resultados Procedencias E. globulus y subespecies
Tanumé, VI Región, 3 Años Edad.**

PROCEDENCIA	S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
				Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
10771 TAS globulus	73,3	1,6	1,92	21,51	1,46
12132 NSW maidenii	90,0	1,4	1,73	11,99	0,70
9246 NSW bicostata	95,0	1,4	1,67	11,86	0,62
13152 TAS globulus	90,0	1,4	1,45	10,67	0,59
12130 NSW maidenii	85,0	1,3	1,68	10,12	0,61
ÑUBLE globulus	81,7	1,4	1,46	7,86	0,48
12126 NSW maidenii	96,7	1,1	1,41	7,07	0,36
11995 NSW maidenii	91,7	1,0	1,35	6,71	0,36
12128 NSW maidenii	86,7	0,9	1,20	3,31	0,19
12125 NSW maidenii	98,3	0,9	1,08	2,39	0,12

CUADRO 15

**Resultados Procedencias E. globulus y subespecies
Botacura, VII Región, 3 Años Edad.**

PROCEDENCIA	S (%)	H (m)	D (cm)	D2H	
				Total (cm ³ x 1000)	Medio (cm ³ x1000)
9539 VIC bicostata	96,7	1,6	2,57	29,59	1,54
9246 NSW bicostata	98,3	1,5	2,17	16,36	0,83
13467 TAS globulus	74,6	1,6	2,16	12,78	0,86
13153 TAS globulus	43,3	1,6	2,16	11,78	1,13
ÑUBLE globulus	43,3	1,7	2,40	9,54	1,12
13152 TAS globulus	54,5	1,6	2,06	9,27	0,83
12130 NSW maidenii	81,2	1,3	1,98	9,09	0,58
12128 NSW maidenii	73,3	1,1	2,11	9,07	0,65
11995 NSW maidenii	83,3	1,1	2,01	8,86	0,52
10771 TAS globulus	46,7	1,5	2,22	8,00	0,85
12132 NSW maidenii	58,3	1,2	1,87	6,30	0,51
12125 NSW maidenii	83,3	1,1	1,82	6,27	0,39
10029 TAS globulus	33,3	1,5	2,22	5,70	0,88
12126 NSW maidenii	77,9	1,1	1,71	5,34	0,35

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Una primera fase en ensayos de procedencias, debe tener una duración de un cuarto a la mitad de la edad de rotación (Burley y Wood, 1979) y en la zona semiárida de Chile, la rotación mínima para eucaliptos se puede estimar en unos 15 años. Por esta razón, de los ensayos establecidos sólo estarían en condiciones de empezar a dar resultados válidos aquellos de *E. camaldulensis* instalados en 1984. Esto parece confirmarse al observar los resultados, ya que la mayoría de los ensayos plantados en 1985 no registran diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

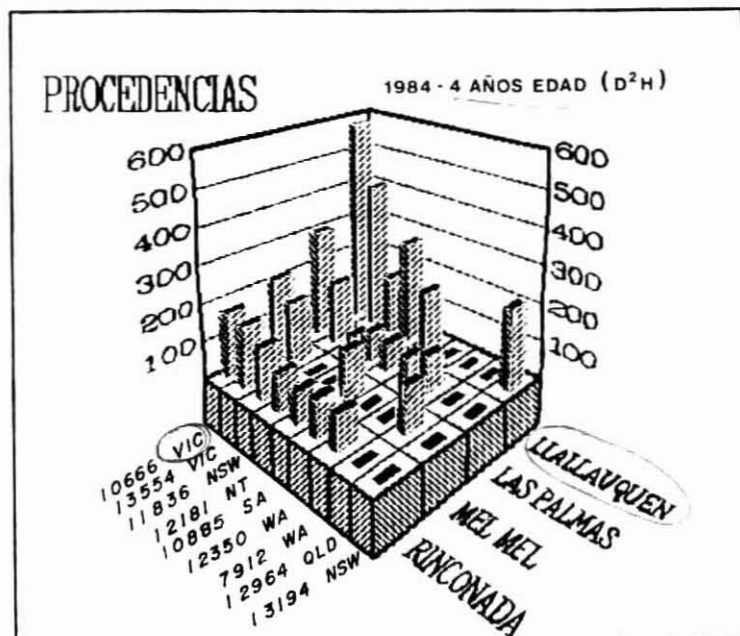
Los resultados obtenidos con *E. camaldulensis* en los ensayos de 1984 destacan tendencias positivas claras con tres o cuatro procedencias y muestran tendencias de interés con algunas otras, cosa que parece confirmarse en parte con los resultados de los ensayos de 1985.

Los ensayos de *E. globulus* en tanto, muestran resultados algo contradictorios, aunque con cierta tendencia a destacar algunas procedencias que podrían ser las más adecuadas.

- Ensayos de *Eucalyptus camaldulensis*

Las procedencias de Lake Albacutya (10666 y 13554), Victoria, encabezan los cuadros de resultados de los cuatro ensayos de 1984, con supervivencias mayores al 90% en todos los casos y alturas medias de 2,8 a 4,8 m, a los 4 años de edad. En los ensayos de 1985 la procedencia 13554 es la que registra los mejores resultados y la 10666, que sólo se incluyó en uno de estos lugares, también se anota entre las primeras. (Gráfico N°1).

GRAFICO 1



A continuación de las procedencias de Lake Albacutya se ubican: 12181 Katherine (NT); 11836 Umerumberka Creek (NSW); 10885 Port Lincoln (SA); 7912 Wiluna (WA); 12350 Fitzroy River (WA), que muestran buen resultado en dos, tres o los cuatro ensayos. Esta tendencia se repite en los ensayos de 1985 con las procedencias 10885 Port Lincoln (SA), otra procedencia de Wiluna (VIC) con el código 13433 y otra procedencia de Katherine (NT) con el código 13801.

La procedencia 12964 Petford (QLD) alcanza un buen resultado en el único lugar en que fue incluida (Mel-Mel 1984), y las procedencias 13194 Minundee (NSW) y 13264 Quilpie (QLD) registran buen resultado sólo en un lugar (Llallauquén 1984) de los tres en que fue incluida cada una.

Los resultados son en general coincidentes con la experiencia reunida en países de la cuenca del Mediterráneo, en donde la evaluación de ensayos a 2-4 y después a 7-10 años de edad en diferentes países, destaca el comportamiento de las procedencias de Lake

Albacutya (VIC), Katherine (NT), Wiluna (WA), Petford (QLD) y Port Lincoln (SA), aunque muy especialmente el de la primera de éstas (Turnbull, 1973; Lacaze, 1977; Bellefontaine et al., 1979).

También son coincidentes los resultados con las recomendaciones de ensayar un rango amplio de procedencias y no sólo aquellas seleccionadas por analogías climáticas entre origen y destino (Burley y Wood, 1979; Boland et al., 1980). Las procedencias de Lake Albacutya (VIC), UMBERUMBERKA Creek (NSW) y Wiluna (WA) provienen de zonas con menos de 250 mm anuales de precipitación y de régimen invernal, por lo que habrían sido seleccionadas por comparación climática. Sin embargo, difícilmente se habría incluido aquella de Port Lincoln (SA), zona de precipitaciones de más de 800 mm, y en ningún caso aquellas otras de Katherine (NT) y Petford (QLD), donde se registran de 650 a 1200 mm con régimen estival.

Estos ensayos se seguirán evaluando hasta los 8-10 años de edad y simultáneamente se están estableciendo parcelas de comprobación con las procedencias más destacadas. Sin embargo, la información reunida permite reiterar la importancia de la especie para la zona semiárida del país, en especial si se utilizan las procedencias más adecuadas. Los resultados obtenidos, y en particular la supervivencia lograda a los 3 y 4 años de edad, permiten concluir que es factible efectuar plantaciones exitosas, incluso sin tratamientos intensivos de preparación de suelos, los que desde el punto de vista del prendimiento o supervivencia de plantas, sólo se harían necesarios en zonas como la del ensayo Bellavista en Illapel con precipitaciones cercanas a los 200 mm.

- Ensayos de *Eucalyptus globulus*

Las subespecies de *E. globulus* acusan una notoria menor adaptabilidad a la zona semiárida del país y son superadas por *E. camaldulensis* en los ensayos de igual

edad, muy especialmente en lo que se refiere a la supervivencia.

Los resultados de los ensayos establecidos en 1985, a diferencia de los de *E. camaldulensis*, muestran resultados dispares entre un ensayo y otro. Además, los mayores crecimientos a los 3 años de edad son los de Chorombo, que es el lugar de menor precipitación.

Indudablemente es demasiado pronto para extraer conclusiones de estos ensayos, pero se aprecia una cierta tendencia, que permite visualizar cuales procedencias podrían ser de mayor interés general y para cada ensayo.

En el ensayo Chorombo los cinco mejores resultados corresponden a las subespecies *E. globulus* ssp. *maidenii* y *E. globulus* ssp. *bicostata*, apareciendo recién en séptimo lugar la primera procedencia de *E. globulus* ssp. *globulus*. Las primeras ubicaciones son de *E. globulus* ssp. *maidenii* Tantawanglo Mt. 12125 (NSW) y Mt. Dromedary 12130 (NSW), seguidas por *E. globulus* ssp. *bicostata* Wee Jasper 9246 (NSW) y otras dos procedencias de *E. globulus* ssp. *maidenii* ambas de New South Wales también.

En Tanumé el mejor resultado lo registra *E. globulus* ssp. *globulus* Glen Huon 10771 (TAS) y en Botacura *E. globulus* ssp. *bicostata* Stanley 9539 (VIC).

La procedencia local (Ñuble) es superada por diversos orígenes australianos en todos los ensayos.

Sólo dos procedencias coinciden dentro de los mejores siete resultados en los tres lugares de ensayo, éstas son : *E. globulus* ssp. *maidenii* Mt. Dromedary 12130 y *E. globulus* ssp. *bicostata* Wee Jasper 9246, ambas de New South Wales.

La supervivencia de plantas en general indica que para las subespecies de *E. globulus* son recomendables los métodos intensivos de establecimiento en la zona semiárida.

Los resultados obtenidos no son coincidentes con ensayos de procedencias efectuados en Tasmania, Australia (Orme, 1978), en los cuales todas las procedencias de *E. globulus* ssp. *globulus* superan a aquellas de *E. globulus* ssp. *maidenii* y éstas a su vez a las de *E. globulus* ssp. *bicostata*, ya que en la mayoría de los casos estas últimas están superando a *E. globulus* ssp. *globulus*. Sí hay coincidencia con los ensayos de Tasmania en cuanto a que en ambos casos no se encontraron diferencias significativas al 95% de seguridad entre los tratamientos (en el caso de Tasmania, a los dos años de edad).

5. BIBLIOGRAFIA

- Barros y Rojas. 1987. Ensayos de Procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. en la Zona Semiárida de Chile en INFOR, Chile, Ciencia e Investigación Forestal N° 1, Abril 1987. Santiago, Chile.
- Bellefontaine, R. et al. 1979. Experience Internationale D'Origines D'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Dispositif de Sidi Slimane (Maroc) Ann. de la Recherche Forestiere au Maroc. V. 19.
- Boland et al. 1980. *Eucalyptus* Seed CSIRO Canberra, Australia.
- Boland et al. 1984. Forest Trees of Australia, CSIRO, Canberra, Australia.
- Burley, Wood. 1979. Manual sobre Investigaciones de Especies y Procedencias con Referencia Especial a los Trópicos. Tropical Forestry Papers N° 10 et 10 A. Department of Forestry. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford.

- Eldrige, K.G. and Cromer, R.N. 1987. Adaptation and Physiology of Eucalyptus in Relation to Genetic Improvement. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina. 6 al 10 de Abril de 1987. T.I.
- FAO. 1978. Información sobre Recursos Genéticos Forestales N°7.
- FAO. 1979. Eucalyptus for Planting. FAO Forestry Series N° 11. Roma
- Instituto Forestal - Corporación de Fomento de la Producción. 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Santiago, Chile.
- Knockaert, C. 1984. Production D'Eucalyptus camaldulensis Origine lake Albacutya durant la Premiere et la Seconde Rotation. Ann. de la Recherche Forestiere au Maroc. V. 24.
- Kirkpatrick, J. 1975. Geographical Variation in E. globulus. Bulletin N° 47. Forestry and Timber Bureau. Departament of Agriculture. Canberra, Australia.
- Lacaze, J.F. 1977. Study of the Ecological Adaptation of Eucalyptus : A study of provenances of Eucalyptus camaldulensis Dehnh. (FAO, Project N° 6) en Nikles, Burley and Barnes. Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. Volume Two.
- Orme, R.K. 1978. Proveniencias de Eucalyptus globulus en Información sobre Recursos Genéticos Forestales N°7. 1978.
- Orme, R.K. 1983. Progressos no Estudo de procedencia de Eucalyptus globulus, en Anais Simposio IUFRO en Melhoramento Genético e Produtividade de Especies Florestais de Rapido Crescimento. Silvicultura N° 31 Ano VIII Julho/Agosto 1983, Sao Paulo, Brasil
- Turnbull, J.W. 1973. Ecología y Variación de Eucalyptus camaldulensis Dehnh. Instituto de Investigaciones Forestales de Canberra en Información sobre Recursos Genéticos Forestales N° 2.

STRATEGIES USED FOR DOMESTICATION AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS FOR PLANTATIONS

K.G. Eldridge (*)
J. Davidson (**)

INTRODUCTION

Eucalypts are in great demand for planting because of their rapid production of useful wood. However, most of the 6.000.000 ha or more of eucalypt plantations in the world are little improved genetically compared with their wild ancestors. Many growers are not satisfied with the present yield and quality and they want planting stock which is genetically improved in such things as growth rate, stem straightness, wood quality, coppicing ability, and tolerance of salinity or frost or diseases or pests. This review paper outlines the strategies being used in eucalypt breeding in several countries. It is based on the introductory chapter of a book "Eucalypt Breeding" being written by J. Davidson, K.G. Eldridge, G. van Wyk and A. Brune for publication by Oxford University Press.

-
- (*) Principal Research Scientist. Division of Forestry and Forest Products. Canberra - Australia.
(**) International Forestry Consultant. Eucalyptus and Forestry Services. Armidale - Australia.

BASE POPULATIONS

The importance of the origin of seed used in establishment of base populations for future selection cannot be emphasized too strongly (Brune and Zobel 1981).

Introduction of exotic eucalypts outside Australia has tended to follow two patterns. The first pattern is older and is typified by the import of small seedlots of unknown provenance and limited number of parents. Often these have hybridized with other species or formed new land races over a few generations before becoming the source of seed for large-scale plantations. The second pattern is the more scientific method of importing seed of several provenances and providing a good base population for future genetic improvement.

Most early overseas plantations grown on a large scale are now known to be based on seed from very few parent trees established as a seed stand in the importing country which was in turn used for seed supplies to industrial plantations. Although the seed stand itself may exhibit apparent superior growth and form, the quality of seed collected from it might be poor because of a high degree of inbreeding. The following are four cases of inappropriate genetic history of introduction of eucalypts of eucalypts based on the first pattern.

1. The case of 'Brazil alba' has become well known. Seed of a eucalypt from eastern Indonesia was collected and introduced into Java, where the species was not indigenous, by a Dutch botanist in 1890. Two very large

specimen trees, labelled 'Eucalyptus alba' and nearly 100 years old, are still to be found by a roadside in the Bogor Botanic Gardens. In 1919 Edmundo Navarro de Andrade introduced the species to the Rio Claro Arboretum in Brazil also under the name 'E. alba', probably using seed from the trees in the Bogor Botanic Gardens. Seeds from the three plots in the Rio Claro Arboretum were used to plant extensive areas in Brazil and other countries between 1940 and 1970. Much of this seed has since proved to be of hybrid origin, because of the ease with which the Rio Claro trees, now definitely identified as *E. urophylla*, hybridize with certain other species of eucalypt growing in the same arboretum, particularly *E. tereticornis* and *E. saligna*. In most cases the performance of the F_1 generation was excellent, but F_2 and subsequent generations have shown poor growth and form and extreme variation.

2. *E. tereticornis* was one of the earliest eucalypt exports from Australia. It was introduced into several tropical and sub-tropical countries from the late 19th century onwards. As with the case of *E. urophylla* in Brazil many of these early introductions of *E. tereticornis* were derived from very few original seed trees and in some cases only one or two parents. It appears that most Indian plantations of *E. tereticornis* are derived from one of the first introductions planted as a double row of some 20 trees in the garden of a palace in the Nandi Hills, Mysore. Some hybridization had taken place and the complex of land races and hybrids are now known variously as 'Mysore hybrid', 'Eucalyptus hybrid' and 'Mysore gum' (Boland 1981). Performance in plantations has left much to be desired due to great variability within stands and slow growth compared with pure species of appropriate provenance.

3. A probable hybrid of *E. tereticornis* called 'E. 12ABL' has been planted widely in West Africa, particularly in the Republic of Congo, but appears to have come from only one parent grown in Madagascar (Martin 1971).

4. Another example of the first pattern is the introduction of *E. globulus* ssp *globulus* to southern Africa (Poynton 1979). Plants were raised from Australian seed in Mauritius by the Governor and on his transfer to Cape Town in 1828 he carried a number of seedlings with him. Only nine survived the voyage to be planted in the garden of the Governor's residence from whence the species was soon distributed further afield. These nine plants were the origin of all *E. globulus* planted in southern Africa over the next 80 years. Apart from two additional seedlots of unknown provenance from Australia, weighing 1.6 kg and obtained in 1906, no new genetic material was imported of this species until recently.

The second and later pattern of introduction has now become common. This has involved introduction of several known provenances (though sometimes still with inadequate numbers of parent trees represented), conduct of well-designed provenance trials, selection and improvement of the best individuals within the best provenance, then creation of seed production areas by heavy thinning of good quality stands or establishment of seed orchards of the best individuals with or without progeny testing. Only limited interest has been shown so far in going beyond these first steps of a breeding program since plantation managers often have been satisfied with gains of over 20 per cent in yield from simple measures such as creation of seed production areas.

CONCEPTS OF BREEDING STRATEGY AND BREEDING PLAN

The tree breeder's work program to achieve a supply of genetically improved planting stock consists of many activities, most of them seasonal: collecting

seed, running a nursery, making grafts and cuttings, planting and measuring progeny tests, statistical analysis, preparing budgets and plans for future years, and so on. Before long it may seem that the breeder is in the predicament of the nursery rhyme character:

'There was an old woman who lived in a shoe,

She had so many children she did not know what to do.'

The obvious answer to both their predicaments is more efficient management with some strategic planning. The breeder's efficiency will be increased by putting all the current activities into order and providing a framework of ideas for the future. A breeding strategy is an overview or philosophy of the management of genetic improvement of a tree species used in man-made forests. Such a strategy makes one aware that current activities can have a great influence on future opportunities for genetic gain, and can help avoid the cost and embarrassment of having to scrap an existing program and start again.

For example, the procedure used by *Pinus radiata* breeders in the 1950s, when a number of large breeding projects started in Australia and New Zealand, was simply to select about 30 out-standing trees (plus trees), make several grafts of each tree, make seed orchards, and in most cases plant progeny tests. Such clonal seed orchards were the first steps in almost all the world's tree breeding projects and originated from the pioneering work of Scandinavian foresters. The use of orchard seed certainly resulted in improved *P. radiata* plantations. However, the opportunity for further improvement in the next generation of selection starting in the 1970s was limited by the small number of unrelated trees available for selection in the progeny tests and orchards. A fresh start was made in the 1970s with several hundred newly selected plus trees and a new, long-term breeding strategy.

PREPARATION OF BREEDING STRATEGY AND BREEDING PLAN

An effective breeding strategy involves the maintenance of a hierarchy of four types of population (Figure 1; Libby 1973) which can continue to meet the demand for genetically improved planting stock for the fourth population, the wood producing plantations.

1. **GENETIC BASE POPULATION:** the natural forests of eucalypts and the plantations in which selection can be carried out. The base population will continue to be the source of a wide range of genetic variation to meet future needs.
2. **BREEDING POPULATION:** the series of progeny tests and clonal archives in which selection and crossing will be repeated over many generations. This is the tree breeder's main area of work.
3. **PROPAGATION POPULATIONS:** the seed orchards or the cuttings multiplication areas are the places where the combinations of genes selected in the breeding population are mass produced as genetically improved planting stock.
4. **WOOD-PRODUCING POPULATION:** in future the large commercial plantations will not themselves be the sources of any seed or cuttings; these will come from a well-managed breeding population.

Like a forester's working plan for management of an area of forest the breeding plan puts all these concepts to work, and specifies what has to be done each year for several years ahead. In some cases, particularly in Florida (Meskimen 1983) and Zimbabwe (Barnes 1984), populations 1, 2, and 3 are

being physically combined into one plantation which is converted from a provenance/progeny test into a seed orchard. However, awareness of the concept of the three distinct populations is essential in planning the operations of genetic improvement.

There are three types of people involved in tree breeding (Slee 1985) and in preparation of breeding plans:

- . managers who set objectives and control funding
- . tree breeders who carry out the work
- . forest geneticists who provide new ideas.

Sometimes two of these functions, usually the last two, are combined in one person. It is unusual for one person to be responsible for all three functions.

Few tree breeding programs had their breeding strategy and breeding plans written down ten years ago. Now there is a wide-spread recognition that without written, critically reviewed plans, expensive programs are too dependent on the continued employment of enthusiastic individuals. If such a person leaves the job (as manager, breeder, or geneticist) the program suffers. Furthermore, a well prepared plan is essential for adequate long-term budgeting.

A breeding strategy is likely to be stable over many years, even decades. A breeding plan is more dynamic and is likely to be reviewed frequently and perhaps revised substantially at 2 to 5 year intervals.

SOURCES OF EUCALYPT SEED

Natural stands

The natural eucalypt forests will continue for many years to be the best initial sources of material for selection to improve eucalypt plantations. The genus *Eucalyptus*, with its 550 or more distinct species and numerous variants, provides the tree vegetation (mainly open woodland) of more than half the Australian continent. It also occurs to a very limited extent outside Australia in Papua New Guinea, the island of Mindanao in the Philippines, and in the eastern islands of Sulawesi Indonesia. Each year many thousands of small seedlots collected in the natural forests are exported for research trials, and in addition more than one tonne of seed is exported for direct use in commercial plantations. Also, the natural forests currently supply several tonnes of eucalypt seed each year for aerial re-seeding of harvested natural forests in Australia.

Plantations and other planted trees

Eucalypt seed for plantations has often been collected with a most casual disregard for genetic history of the seed trees and the genetic potential of the resulting seedlings. Collections in small quantities are made from individuals and groups of trees in gardens, streets, and arboreta and in larger quantities from routine plantations, despite the fact that collection costs are often high and both the genetic qualities of the seed and their capacity for germination are frequently poor, especially when collected from isolated trees.

Collection from unselected trees in routine plantations is often an undesirable practice because many eucalypt plantations have been made with an unsuitable

provenance and a narrow genetic base. If the plantation is derived from too few trees (perhaps from a single street tree) the seed collected will be inbred and will not grow as well as the original tree or stand, even though that tree or stand itself may have had satisfactory growth and form. Collection from a stand of uncertain origin may be tolerated in the early stages of a seed supply program provided no alternatives are available. On no account should the resulting stands themselves be used for seed production.

However, if the genetic base of a successful plantation is known to be wide (say from 50 or more trees scattered through a natural stand of suitable provenance) then the resulting plantation will be an excellent source of seed for planting in that environment. This new stand from plantation seed will grow somewhat faster than the original plantation did. The reason is that when a plantation flowers the mating is more likely to be between unrelated trees than is the case in a natural stand (Griffin 1983). In the natural forest mating between close relatives prevails and much of the seed produced may be somewhat inbred, resulting in slower growing trees. In the plantation this neighbourhood inbreeding effect is broken.

Seed production areas

Selection and management of seed production areas (seed stands) is a commonly adopted strategy representing the first stage of eucalypt tree improvement, after selection of the best species and provenances. Collection of seed from better-than-average stands which have been thinned early to remove inferior phenotypes and to promote development of large crowns capable of heavy seed production is often the quickest and best interim measure to meet the need for large quantities of seed of known origin, and with at least some genetic improvement.

The cautionary note on the origin of the stand again must be stressed. In addition to a possible narrow genetic base, existing eucalypt plantations often have a high incidence of hybrids, these being more common in stands which have been established using seed from exotic plantations.

Another important question is isolation of the seed production area from potentially contaminating genetic sources. The maximum distance from another stand with which a given stand can easily cross is dependent for the most part on the distance that insects and birds travel to effect pollination in most species.

From current research in Australia and Brazil it appears that about 500 m isolation would be realistic for eucalypts. Seed production areas can be isolated very effectively by planting them in plantations of another species with which there is a complete barrier to interbreeding.

Seed production areas should be planted at close spacing to allow heavy and early thinning so that the trees of best form and vigour are retained while at the same time a wide spacing is opened up to allow full crowns and good seed crops to develop.

An example of a successful seed production area for *E. grandis* is one in Brazil established by Champion Papel e Celulose S.A. A considerable quantity of seed (10 kg) was collected from more than 50 trees near Coffs Harbour, New South Wales. Champion planted more than 250 ha at 1600 trees ha⁻¹ with this seed at a site near Mogi Guaçu, in the State of Sao Paulo, between December 1968 and January 1969. At 4 years 100 ha was thinned to 500 trees ha⁻¹ and at 7½ years a second thinning was made to 160 trees ha⁻¹.

Capsules are collected by climbers using spurs and a cutting blade on a pole. Seed yield was more than 10 kg ha⁻¹ after 10 years.

Enough experience has been gained to show that systems of this kind work well though the precise details of spacing, time of thinning, and methods of seed collection from trees which tend to become very large will have to be developed in line with facilities and expertise available where the seed production area is established.

Seed orchards

Seed orchards are a means of obtaining large quantities of genetically improved seed relatively cheaply by allowing selected outstanding trees (plus trees) or their progeny to cross, usually under natural conditions. Grafts or cuttings from the plus trees are used to make clonal seed orchards, or seedlings raised from seed collected from the plus trees are used to make seedling seed orchards. In both cases the orchards are isolated and managed for seed production.

Clonal seed orchards are preferred if finance and technical skills are available for vegetative propagation, particularly for a species like *E. dunnii* which takes many years before flowering. Grafts are used unless incompatibility of stock and scion is a problem, in which case air layers or cuttings are sometimes used. If vegetative propagation is difficult it is better to make a seedling seed orchard composed of open-pollinated families with family identity retained. Species with early flowering and managed on a short rotation are most suitable for seedling seed orchards.

For eucalypts, most seed orchards have been established using open-pollinated seed from plus trees. These seedling seed orchards have been found suitable for many eucalypt species and have been established relatively easily. Many of the orchards have been culled early using information from progeny tests, to further increase the genetic gain obtainable. Open-pollinated seedling seed orchards have been established for *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. deglupta*, *E. diversicolor*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. regnans*, *E. robusta*, *E. tereticornis*, and *E. urophylla*.

A eucalypt seed orchard program in Florida which shows great promise without requiring very difficult techniques has been developed by Meskimen (1983). A system of combined (between and within family) recurrent selection is being used with successive generations of open-pollinated families in *E. grandis* and other species. Seedling seed orchards are derived from each successive genetic base population by a system called 'two-stage selection'. The first stage, in year 3 for *E. grandis*, involves selection of from 1 to 3 trees in each family which has acceptable trees, and a very heavy thinning to remove the unselected trees. One year later seed is collected from all trees to produce progeny for the next generation genetic base population. The second stage selection and thinning, in year 6, leaves the best trees of the best families as a wide-spaced seed orchard. This process has been repeated for four generations in *E. grandis* in Florida.

Grafted seed orchards of several widely-grown eucalypt species have been established in several countries. Incompatibility of stock and scion has controlled the degree of success of these orchards.

In South Africa, in highly productive orchards of *E. grandis*, two or three grafts are planted in each planting position to alleviate later losses due to incompatibility (Van Wyk and Hodgson 1983).

Defects on the design of several established eucalypt seed orchards are becoming evident. One is that too few clones (usually between 10 and 30, sometimes fewer than 10) have been used in the orchard. Another is that great variations in flowering time between individual seedlings and grafts and between families and clones have been demonstrated. For example in a seedling orchard of *E. deglupta*, after two years of flowering (3 years from planting) only 63 per cent of families had produced seed. Of these 36 per cent had set seed once, 40 per cent twice and 24 per cent three times. A maximum of 43 per cent of the families has flowered in any one cycle and often not all members of a family flowered at the same time (Davidson 1983).

Since up to half of the seed orchard may be non-productive during any particular flowering flush, production orchards should contain many more clones than was previously realized. More than 50 per cent of clones may be culled on the basis of progeny performance followed by a similar allowance made for variable flowering response. This means 100 clones may be required to set up an orchard of 20-30 clones.

Although a final number of only 20-30 clones may be acceptable for producing seed for plantations, many more are required for breeding purposes. Genetic variability is reduced by vigorous selection and thus the genetic gain which can be obtained by subsequent selection is decreased. This inbuilt conflict between long-term and short-term gains can be overcome to a degree by careful planning to keep the seed orchard population of up to 100 clones (or families) separate from the breeding population in which several hundred unrelated select parents are maintained.

INTERSPECIFIC HYBRIDS

Interspecific hybridization is an important part of successful improvement programs for many crop plants, usually by the introduction of a desired trait (commonly disease resistance) from wild parents of another species into a well adapted stock by backcrossing. By contrast, eucalypt hybrids which are now in use in large plantations are generally F_1 crosses between two wild, or almost wild, parents of different species. The hybrids are usually not propagated by seed, as with grain crops, but by rooted cuttings.

An exception to the utilization of interspecific hybrids through vegetative propagation is the production of hybrid seed in a special seed orchard of 10 ha planted between 1975 and 1978 by Aracruz Florestal S.A. in Brazil. There are 400 cuttings of a single clone of *E. grandis* selected for partial male sterility, and the rest of the orchard is composed of grafts of 25 clones of selected *E. urophylla*. Seed collected from the *E. grandis* clone (more than 1 kg ha⁻¹ yr⁻¹) is F_1 hybrid with only a small proportion of *E. grandis* selfs most of which can be culled in the nursery.

Many species of eucalypts hybridize in nature or can be crossed readily, within the subgenera defined by Pryor and Johnson (1971). A great deal of study has been made of hybrids among eucalypts of commercial importance: in a paper reviewing eucalypt hybrids, Griffin et al. (1988) listed 494 naturally-occurring interspecific eucalypt hybrid combinations from herbarium records. Of these, 141 involved one or more of the 20 major plantation eucalypt species. They also found these 20 major species were involved in 85 out of another 121 hybrids which were not found in natural forests but in plantations or made by controlled pollination. Many other hybrids may have been made but not recorded in publications. In recent years interspecific hybrids of eucalypts have come into commercial use through the successful

mass propagation by cuttings of outstanding individuals of hybrid origin. For the most part these outstanding individuals arose as chance crosses in arboreta and plantations, and not necessarily from the best-adapted populations or individuals of the parent species. These undoubted current successes have encouraged a prominent role for hybrids in some plans for future genetic improvement. Improvement of growth rate and quality started with interspecific hybrids, so why not make hybrids the basis of future strategy? Current eucalypt breeding in the Congo by Centre Technique Forestier Tropical (CTFT) and in Brazil by Aracruz Florestal S.A. emphasises further interspecific hybrids between selected individuals of compatible species, usually of well adapted provenances.

Hybrids can bring together desirable characteristics of both parents. For example, the hybrid *E. grandis* × *urophylla* combines the fast growth of *E. grandis* with the greater resistance to fungal diseases and greater coppicing ability of *E. urophylla*. Fast growth is an attractive feature of most eucalypt hybrids, with claims of double the growth rate of previous plantations being common (for example Delwaulle 1985). When planning to repeat such performance in other circumstances it is as well to ask what this apparent hybrid vigour (faster growth than the mid value of the parents) really represents. The great vigour of some interspecific hybrids may simply be due to outcrossing of fortuitously inbred lines and similar vigour may have been achieved by crossing unrelated individuals within a species.

For example, in the case of the Aracruz project in Brazil the spontaneous hybrids were greatly superior to the average of a heterogeneous plantation population which had originated from *E. grandis* and other species in the Rio Claro arboretum in the state of São Paulo. Similarly, in the Pointe Noire project in the Congo, the eucalypt populations in which hybrids appeared were of mixed ancestry, with the major species *E. tereticornis* being derived from a single tree, 12ABL (Martin 1971). Thus these selected hybrids, and the plantations made from them with cuttings, are superior to poorly adapted populations which were unable to realize the biomass potential of the local environment.

Since the parents of outstanding individuals selected in plantations are unknown, and the pedigree of trees used in controlled crosses is uncertain, it is not clear that true hybrid vigour prevails and could be expected in future hybrids. Until the outcrossed (non-inbred) progeny of the parent species are used as comparisons with interspecific hybrids the question of hybrid vigour will not be resolved. A research project with this objective was started with *E. globulus* and *E. nitens* in 1986 in Tasmania by CSIRO Division of Forestry and Forest Products and APPM Forest Products Pty Ltd.

Hybrids are in vogue because many of the outstanding trees in existing plantations are certainly of hybrid origin. However, much better individuals of pure species, and subsequently even better hybrids, are likely to result from careful attention to species and provenance selection.

VEGETATIVE PROPAGATION

Vegetative propagation is one means of capturing exceptional gene combinations and it is in those eucalypt species which can be easily propagated vegetatively that species hybridization has had and will continue to have its greatest impact. The spectacular success of mass production of cuttings of selected eucalypts at Aracruz in Brazil and at Pointe Noire in Congo has brought a new era to tree breeding for tropical plantations.

Cuttings

Advances made in the techniques for mass production of rooted cuttings of eucalypts since 1975 have enabled the cloning of desirable individuals on a commercial scale. In addition to the two large programs at Aracruz and at Pointe Noire, there are several smaller programs in operation in other countries. Outstandingly large straight trees, usually hybrids, are felled and the physiologically juvenile coppice shoots are used to make rooted cuttings. The resulting clones are then selected for high rooting ability. Several thousand hectares of cuttings are being established each year at both Pointe Noire and Aracruz using more than 100 clones planted in blocks of up to 50 hectares of a single clone (Delwaulle 1985).

At Pointe Noire the plantation area established by cuttings was 5 ha in 1975 and 3100 ha by 1979. An even more rapid expansion was achieved at Aracruz from the first experimental planting of cuttings in 1976 to 17 000 ha in 1983. Both these programs are in the tropics: Pointe Noire is at latitude 5 °S and Aracruz 20 °S. Other programs in cooler climates and with other species have found the cuttings technology more expensive to apply and their expansion of planted area has been less rapid.

The eucalypts being propagated in the largest programs are mainly the hybrids *E. tereticornis* × *grandis* at Pointe Noire (Delwaulle 1985), *E. grandis* × *urophylla* at Aracruz (Brandão et al. 1984), *E. gunnii* × *dalrympleana* in southern France (Potts and Potts 1986), and the species *E. grandis* in South Africa, *E. globulus* by CELBI in Portugal, and *E. camaldulensis* in Nepal (White 1986).

The appropriate number of clones to include in clonal plantations is presently much discussed. Although several hundred clones have been propagated and tested in each program, the number constituting the bulk of each year's planting is usually small, often fewer than ten. The reason is that some clones prove to be much easier to root than others and are therefore produced in largest numbers.

Planting single-clone blocks is easier to manage than planting mixtures of clones. Also, single-clone blocks permit eradication of any clone with extreme susceptibility to disease or pest attack. However, a clonal plantation made with a mixture of many clones in each block, similar to the genetic structure of a natural forest, may be less susceptible to build up of intense outbreaks of pests and diseases.

The large scale use of cloning does not in any way negate the need for continuing a sexual breeding program. A well managed breeding population is required, supported by broadly based genetic reserves.

Micropropagation

The 1970s were a period of great advance in tissue culture of eucalypts. The clonal culture in sterile media of meristems or cellular material opens up new avenues for conservation of genotypes, rejuvenation of physiologically old shoots, rapid multiplication of desirable individuals, and mass propagation on a commercial scale. Each of these activities is still in the research and development stage. However, micropropagation of seedlings of *E. camaldulensis* selected for tolerance of salinity in the soil is close to commercial scale

operation (Hartney and Kabay 1984). In 1987 20 000 micropropagated plantlets of several salt-tolerant *E. camaldulensis* clones were propagated for planting to rehabilitate bauxite mines near Perth, Western Australia.

Tissue culture techniques are valuable for the transport of sterile plantlets over long distances without causing quarantine problems. In future these techniques may be used to select *in vitro* for tolerance of diseases, salinity, or other environmental factors. Cell cultures offer an additional source of variation (somaclonal variation), and the production of haploid plants and somatic hybrids are other possibilities for the future.

At present the mass propagation of eucalypt clones by tissue culture techniques is far more expensive than propagation by rooted cuttings. The most expensive operation is manual subculturing, a restriction which could be overcome by automated machine systems which would revolutionize clonal forestry. Until such machines become available it seems that the principal role of micropropagation will be to rapidly multiply selected seedlings. The seedlings would either be from scarce seed of a cross of known high performance, or individual seedlings selected, for example, for unusual tolerance of frost or of high salinity in hydroponic culture. Sterilized bud tissue would be propagated *in vitro* to produce sufficient hedged mother plants for the mass production of planting stock by rooted cuttings.

RECOMMENDATIONS

Forest managers preparing to grow their own eucalypt seed or cuttings have the opportunity to make considerable genetic improvement. As stated some years ago (Eldridge 1978), for an effective long-term program of genetic improvement of a eucalypt population –

1. Look carefully at the base population. Find out whether it is of the best species and best provenances, and whether it is likely to contain enough variability for continuous selection over several generations. If the base population is deficient, plan to expand it by seed collections in appropriate natural stands.
2. Seek information on the basic genetics of the species, or of closely related species, for commercially important traits.
3. If seedlings are preferred for plantation establishment choose an appropriate method of mass producing improved seed. Clonal seed orchards are the best choice if the technical skills and money are available for grafting. If grafts are not successful the next best choice is a seed orchard of open pollinated seedlings from selected trees with identity of families retained. In any case seed production areas should be made in stands of suitable origin to provide an inexpensive supplement to more expensive plans.
4. If cuttings can be easily rooted from coppice shoots on stumps of selected trees genetic gain will be more rapid than with seed orchards.
5. In either case, seedlings or cuttings, write a breeding plan for a program of controlled pollination of selected trees, progeny testing and recurrent selection for cumulative genetic improvement over several generations. Do not copy uncritically a plan adopted elsewhere. Engage a forest geneticist to help write the plan.

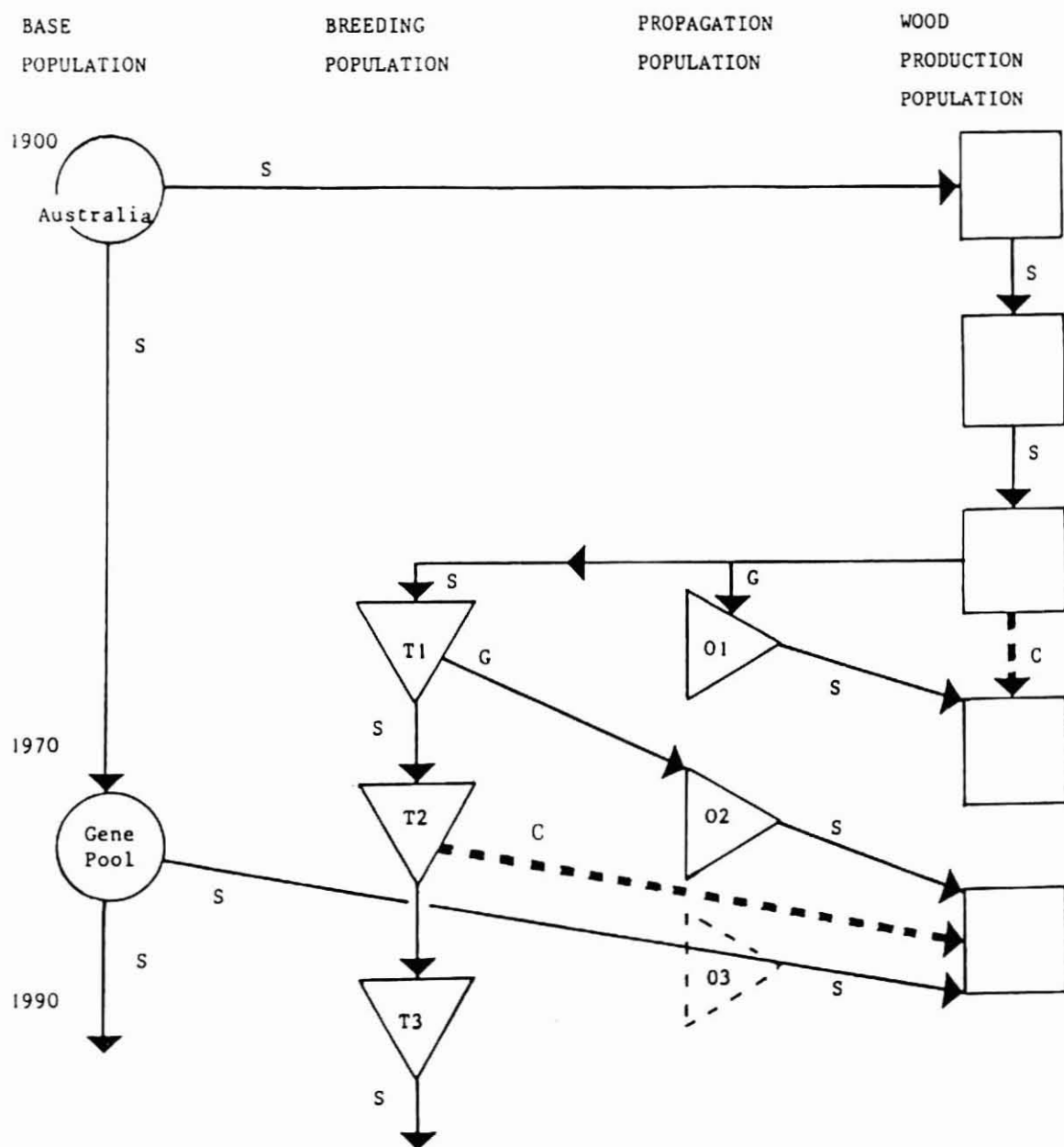
REFERENCES

- Barnes, R.D. (1984). A multiple population breeding strategy for Zimbabwe. In Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. (ed. R.D. Barnes and G.L. Gibson) Proceedings IUFRO Conference, Mutare, pp. 619-632. Commonwealth Forestry Institute, Oxford.
- Boland, D.J. (1981). Eucalypt seed for Indian plantations from better Australian natural seed sources. *Indian Forester* 107, 125-134.
- Brandão, L.G., Campinhos, E. and Ikemori, Y.K. (1984). Brazil's new forest soars to success. *Pulp and Paper International* 26(12), 38-40.
- Brune, A. and Zobel, B. (1981). Genetic base populations, gene pools and breeding populations in *Eucalyptus* in Brazil. *Silvae Genetica* 30, 146-149.
- Davidson, J. (1983). Progress in breeding *Eucalyptus deglupta*. *Silvicultura, São Paulo* 31, 529-533.
- Delwaulle, J.-C. (1985). Plantations clonales d'*Eucalyptus* hybrides au Congo. *Bois et Forêts des Tropiques* 208, 37-42.
- Eldridge, K.G. (1978). Genetic improvement of eucalypts. *Silvae Genetica* 27, 205-209.
- Griffin, A.R. (1983). Seed farming – the relevance of eucalypt breeding system research. *Australian Forest Grower* 8(2), 22-23.
- Griffin, A.R., Burgess, J.P., and Wolf, L. (1988). Patterns of natural and manipulated hybridisation in the genus *Eucalyptus* L'Herit. – a review. *Australian Journal of Botany* 36(1) (in press).
- Hartney, V.J. and Kabay, E.D. (1984). From tissue culture to forest trees. *Proceedings International Plant Propagators Society* 34, 93-99.
- Libby, W.J. (1973). Domestication strategies for forest trees. *Canadian Journal of Forest Research* 3, 265-276.
- Martin, B. (1971). Amélioration génétique des espèces exotiques introduites en République Populaire du Congo. *Bois et Forêts des Tropiques* 138, 3-26.
- Meskimen, G. (1983). Realized gain from breeding *Eucalyptus grandis* in Florida. In *Eucalyptus in California* (ed. R.B. Standiford and F.T. Ledig) General Technical Report PSW-69, pp. 121-128. USDA Forest Service, Berkeley.
- Potts, B.M. and Potts, W.C. (1986). Eucalypt breeding in France. *Australian Forestry* 49, 210-218.

- Poynton, R.J. (1979). Tree planting in southern Africa Vol. 2. The eucalypts. Department of Forestry, Pretoria.
- Pryor, L.D. and Johnson, L.A.S. (1971). A classification of the eucalypts. Australian National University Press, Canberra.
- Slee, M.U. (1985). Genetic resources — the issues. In Research for Forest Management (eds. J.J. Landsberg and W. Parsons) pp. 140-150. CSIRO, Melbourne.
- Van Wyk, G. and Hodgson, L.M. (1983). Clonal seed orchards of *Eucalyptus grandis* in South Africa. *Silvicultura, São Paulo* 31, 566-568.
- White, K.J. (1986). Practical tree breeding strategies and practices and programmes in the Bhabar Terai of central Nepal. Manual No. 5, Sagarnath Forest Development Project, Ministry of Forests, Kathmandu, Nepal.

Figure 1

Flow chart of domestication and breeding strategy for eucalypts, based on Libby (1973). S seed, C cuttings, G grafts, T progeny test, O seed orchard.



IV

ADAPTACION, CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE ESPECIES DE EUCALYPTUS PARA PRODUCCION DE ACEITES ESENCIALES

Juan Enrique Sánchez H (*)
Johannes Wrann H. (**)

RESUMEN

En Mayo de 1986 se instalaron tres ensayos en la zona central del país con especies del género *Eucalyptus*, seleccionados para la producción de aceites esenciales.

La plantación se efectuó, a un espaciamiento de 1 m x 1 m en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones y una unidad muestral de 16 plantas.

Los mejores resultados se obtubieron en el ensayo de la zona de Quillota, estimándose para *Eucalyptus globulus* ssp *globulus* una producción de aceite de 348 kg/ha o bien de 39 gr por árbol a la edad de dos años. De acuerdo a las estimaciones de este trabajo, los ingresos netos (considerando sólo costos de operación) comienzan a ser positivos a partir del 2° año de edad con *Eucalyptus globulus* ssp *globulus*, y a partir del 3° año con *Eucalyptus smithii*.

(*) Gerente de CIDERE - V Región, Ingeniero Civil Químico y Candidato al Postgrado en Economía. Actualmente Becado en Francia.

(**) Ingeniero Forestal. División Silvicultura, Instituto Forestal. Huérfanos 554 - Piso 4. Santiago - Chile