

ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh EN LA ZONA SEMIARIDA DE CHILE

Santiago Barros A.*
Patricio Rojas V.

RESUMEN

En 1984 se instalaron cuatro ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en la zona central de Chile (32° a 34° lat S), donde la precipitación media anual varía entre 300 y 700 mm.

La semilla, obtenida de CSIRO-Australia, correspondía a 14 procedencias, entre las cuales se incluían las más sobresalientes del clima tropical, Katherine, N.T. y Petford, QLD, del clima mediterráneo, Lake Albacutya, Vic., y del clima árido, Nueva Gales del Sur.

A los dos años, en las cuatro localidades ensayadas, la procedencia de mayor plasticidad en términos de supervivencia, crecimiento, forma y productividad fue Lake Albacutya, Vic (10666). En el mejor sitio su altura promedio a esa misma edad fue de 2,13 m con un crecimiento medio anual en altura de 1,12 m.

Las procedencias de menor crecimiento en todos los lugares de ensayo fueron: Agnew, W.A. (9856); NW Dodnadatta, S.A. (12828); N. de Quilpio, QLD (13264 y Fitzroy River Crossiana, W.A. (13250).

ABSTRACT

In 1984 four provenance trials of Eucalyptus camaldulensis Dehnh were established in central Chile (32° to 34° S. Lat.), where the mean annual rainfall varies from 300 to 700 mm.

The seed for the trials was obtained from CSIRO. Fourteen provenances were studied. Some of them have often proved to be among the best provenances for their preferred climates. Tropical: Katherine, N.T. and Petford, QLD.; mediterranean: Lake Albacutya, Vic.; and arid: New South Wales.

At age two the best provenance in the four trials, was Lake Albacutya, Vic. (10666). It was the best in terms of form, survival and growth rate. On the best site those plants reached a height of 2.13 m., with a yearly growing rate growing of 1.12 m.

The slowest growing provenances in the four trials were Agnew, W.A. (9856); N. W. Dondnadatta, S.A. (12828); N. of Quilpio, QLD. (13264) and Fitzroy River Crossiana, W.A. (13250).

* División Silvicultura. Instituto Forestal, Huérfanos 554, Santiago - Chile, Tel. 396189.



INTRODUCCION

Dentro de la red de ensayos de introducción de especies establecida por el Instituto Forestal desde el año 1962, se ha probado un considerable número de diferentes especies forestales en distintas zonas del país. En la zona semiárida se han ensayado principalmente especies del género *Eucalyptus* y los resultados obtenidos hasta ahora indican que *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus cladocalyx* y *Eucalyptus sideroxylon* son las especies forestales exóticas de mayor interés para esta zona, principalmente para los sectores de secano interior con precipitaciones inferiores a 500 mm anuales (INFOR, 1986).

Sin embargo, el escaso conocimiento que se tiene en el país acerca de la silvicultura de estas especies no justifica su inclusión en programas de forestación a gran escala, razón por la cual se está trabajando en el desarrollo de técnicas intensivas de establecimientos de plantaciones y en la selección de procedencias de semillas adecuadas para las condiciones de sitio propias de esta zona. En el año 1984 se establecieron ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* en cuatro lugares de la zona semiárida del país, cuyos resultados a los dos años de edad se analizan en el presente trabajo.

El *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ("River Red Gum"), junto con ser la especie del género *Eucalyptus* más difundida en el mundo (NAS, 1980), es una de las especies de eucalipto de más amplia distribución natural en Australia, donde se la encuentra en todos los estados con la excepción de Tasmania. Ocupa un rango latitudinal entre los 12° 30' y los 38° de Latitud Sur y ocurre naturalmente en altitudes de 20 a 700 m.s.n.m. Esta especie puede prosperar bien bajo una variedad de condiciones climáticas, desde las tropicales a las subtropicales, con temperaturas máximas medias de verano de 27 a 40° C y mínimas medias invernales de 3 a 15° C y con precipitaciones medias anuales de 150 a 1250 mm, de régimen invernal en la parte sur y estival en los estados del norte.

La especie ha sido ampliamente utilizada en plantaciones fuera de Australia, principalmente en países de la cuenca del Mediterráneo. Actualmente existen unas 500 mil hectáreas plantadas en el mundo (Nawaz, 1963). Las repoblaciones más extensas se encuentran en España (114.000 ha) y Marruecos (87.000 ha), donde se emplea para la producción de pulpa, al igual que en Portugal, a pesar de que su madera es más dura, pesada y coloreada que la de *E. globulus* (NAS, 1980). Otros países que han incluido esta especie en sus programas de forestación son Argentina, Israel y México, donde se utiliza en la fabricación de tableros (Turnbull and Pryor, 1978). También debido al alto poder calorífico de la madera (4.800 Kcal/kg), la especie es usada con fines energéticos.

El interés por plantar *Eucalyptus camaldulensis* en diferentes partes del mundo radica en su rápido crecimiento en sitios pobres y de escasa precipitación, donde los períodos secos son prolongados; en su capacidad de retoñar adecuadamente después de la explotación; en la utilidad de su madera para una variedad de usos y en la tolerancia que presenta la especie a inundaciones periódicas y a cierta salinidad en el suelo (Turnbull and Pryor, 1978).

Dependiendo de la procedencia de la semilla y del sitio en que se le plante, *E. camaldulensis* puede crecer muy rápido. Durante los primeros diez años pueden mantenerse incrementos anuales de 2 m en altura y de 2 cm en diámetro. Rendimientos volumétricos de hasta 30 m³/ha/año han sido medidos en buenos sitios (FAO, 1979). En sitios pobres y secos, los incrementos son mucho menores. En un ensayo de 13 procedencias efectuado en Peshawar (Pakistán), el rango del incremento medio anual fue de 5.5 y 15.5 m³/ha/año (Siddiqui K.M. et al., 1979).

La amplitud de la distribución natural de esta especie en su país de origen otorga una especial importancia a la selección adecuada de procedencias de semilla para cada zona que se intente repoblar, ya que éste es un factor que puede originar significativas diferencias de adaptación y de productividad en una determinada zona, las cuales se ven reflejadas en el crecimiento,

morfología y calidad de los árboles, en su tolerancia al medio (frío, sequía, plagas u otros factores) y en la calidad de la madera.

En esta perspectiva, el objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y desarrollo de diferentes procedencias de *Eucalyptus camaldulensis*, con el fin de seleccionar las más adecuadas para la forestación en distintos sectores de la zona semiárida del país y entregar sugerencias para nuevas investigaciones de acuerdo con los resultados obtenidos.

MATERIAL Y METODO

Según Burley y Wood (1979), las etapas que deben cumplirse para la selección de la procedencia más adecuada de una especie son las siguientes:

- a) Fase de Alcance Completo
Su objetivo es determinar la amplitud y el patrón de variabilidad genética entre procedencias (poblaciones) de la especie en su distribución natural.
El número de procedencias que se deben ensayar varía de 10 a 30 y la duración de la fase para obtener algunas conclusiones varía entre 0,25 y 0,5 veces la rotación estimada de la especie.
- b) Fase de Alcance Restringido
Su objeto es determinar sub-regiones y finalmente aquellas procedencias más adecuadas para el área de estudio.
El número de procedencias que se deben ensayar varía entre 3 y 5 y la duración de esta fase es de 0,5 veces la rotación estimada de la especie.
- c) Fase de Comprobación
Su objeto es confirmar, bajo las condiciones normales de plantación, los resultados obtenidos por la procedencia seleccionada.
El número de procedencias que se deben ensayar es 1 y en algunos casos 2.
Generalmente las experiencias que se desarrollan en esta fase son las siguientes:
 - Ensayos de viverización
 - Métodos de preparación del suelo
 - Métodos de plantación
 - Ensayos de espaciamientos y raleos
 - Ensayos de control de competencia
 - Ensayos de poda
 - Ensayos de fertilizantes y herbicidas

Después de la fase de comprobación, se efectúan plantaciones piloto como paso intermedio entre la fase experimental y las plantaciones a escala industrial.

Estas plantaciones pueden demostrar a los potenciales inversionistas la factibilidad de un proyecto a gran escala y también proporcionan la oportunidad de desarrollar sistemas de manejo y técnicas silviculturales.

Ubicación y descripción de los ensayos: Los ensayos se establecieron en cuatro lugares de la zona semiárida de Chile, entre los 32 y 34° de latitud (Mapa ubicación).

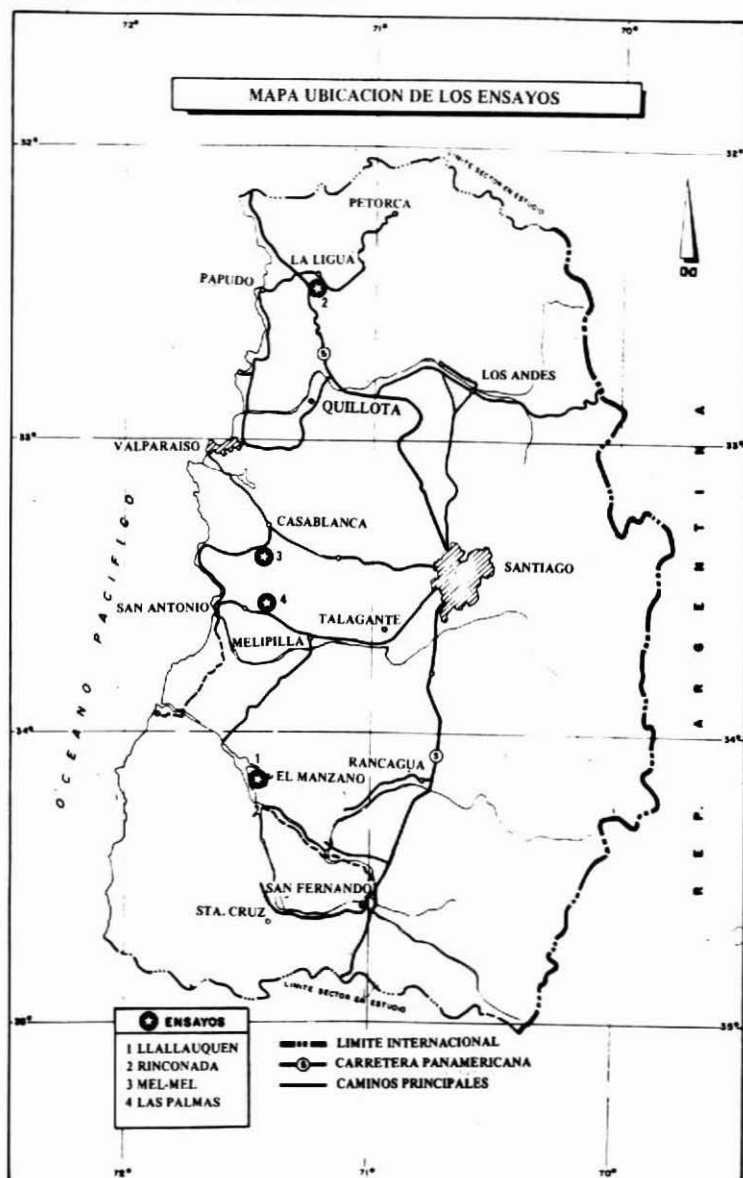
La zona de estudio corresponde al tipo bioclimático Mediterráneo (Di Castri, 1975), que se caracteriza por una baja precipitación anual (300 - 7000 mm) distribuida fundamentalmente en los meses de invierno, por lo que existe un largo período seco de 5 a 8 meses.

Los suelos de la zona están severamente degradados por sobrepastoreo, presentando un horizonte A de 20 a 40 cm de profundidad, neutro a ligeramente ácido y de muy bajo contenido de materia orgánica. El horizonte B normalmente presenta una reacción más alcalina. En una estructura más fuerte y texturas más gruesas.

La vegetación natural de la zona, fuertemente degradada debido a la sobreutilización, está representada por una formación mesomórfica en la que las especies de mayor importancia son *Acacia caven* (Espino), *Quillaja saponaria* (Quillay) y *Peumus boldus* (Boldo).

En la parte norte predomina la primera de las especies nombradas, constituyendo el tipo forestal denominado Estepa de *Acacia caven*. En la parte central y sur de la zona estas especies se combinan constituyendo el tipo Bosque Esclorófilo Mixto.

En el Cuadro N° 1, Figura N° 1 siguientes, se caracterizan los lugares de ensayo desde el punto de vista fisiográfico, edáfico y climático.

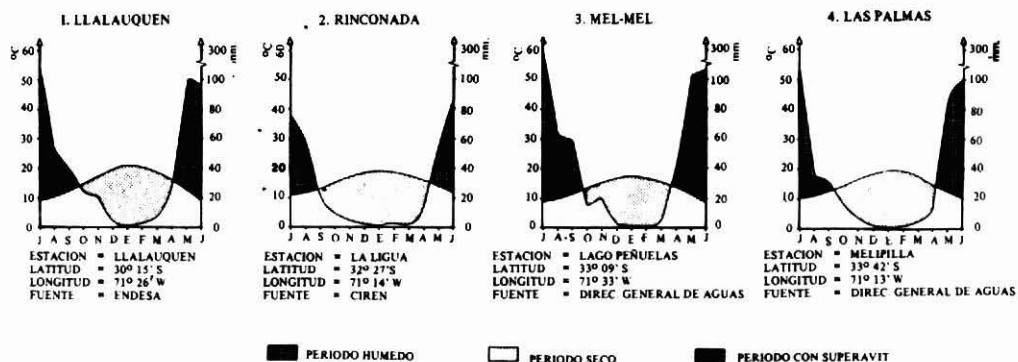


CUADRO 1
UBICACION Y CARACTERIZACION DE LOS ENSAYOS

	Ensayo 1 Llallauquén	Ensayo 2 Rinconada	Ensayo 3 Mel-Mel	Ensayo 4 Las Palmas
1. Ubicación				
Latitud Sur	34° 15'	32° 30'	33° 22'	33° 36'
Longitud Oeste	71° 21'	71° 15'	71° 23'	71° 22'
2. Fisiografía				
Pendiente (°/o)	5 - 10	Media 26 Máx. 35	20 - 30	0 - 5
Exposición	Noreste	Sur	Noreste	-
Relieve	Plano	Lomaje	Lomaje	Plano
3. Suelos				
Gran grupo	Pardo no cálcico	Pardo no cálcico	Pardo no cálcico	Pardo no cálcico
Características del Horizonte 2	Profundidad del suelo de 20 - 40 cm; textura moderadamente gruesa variando de franco arenosa fina a gruesa; estructura de bloques angulares y subangulares; pH 5,4 - 6,0; color pardo oscuro a pardo amarillento presenta limitaciones por erosión y/o topografía(1).	0 - 20 cm; textura franca, estructura subangular, consistencia friable, débilmente plástica y adhesiva; abundantes raíces finas; pH 5,6; color 7,5 Y R 6/4 en seco.	0 - 30 cm; textura franco-arenosa; estructura de bloques subangulares; consistencia friable y débilmente plástica y adhesiva; presencia de raíces finas; pH 6.1.	0 - 30 cm, textura franco-arenosa; estructura de bloques angulares y subangulares; consistencia friable, débilmente plástica y adhesiva; raíces abundantes, pH 6,4; color 5 Y R 4/4 en húmedo.
Características del Horizonte 2		20 - 60 cm; textura arcillosa, estructura prismática; consistencia firme, fuerte, plástica y adhesiva; raíces escasas pH 5,7, color 5 Y R 4/4 en seco.	30 - 70 cm; formada por maicillo grueso con abundante cuarzo y una pequeña matriz de material más fino; no hay presencia de raíces, pH 6,1. (2).	30 - 75 cm; textura franco-arcillo-arenosa; estructura de bloques angulares y subangulares consistencia friable, fuerte, plástica y adhesiva; presencia de raíces finas, pH 6,5; color 2,5 Y R 5/6 en húmedo.
Características del Horizonte 3		60 y más cm.. formado por maicillo muy descompuesto, con presencia de piedra y no hay presencia de raíces (2).		75 - 130 cm, predomina un maicillo con abundante cuarzo y muy denso, no hay presencia de raíces (2).
4. Clima				
Tipo Bioclimático	Mediterráneo subhúmedo	Mediterráneo semiárido	Mediterráneo semiárido	Mediterráneo subhúmedo
Precipitación media anual (mm)	513,2	328,8	729,5	364,8
Temperatura media anual (°C)	15°	15,1°	13,4°	14,7°
Meses secos	6 - 7 (3)	7 - 8 (4)	5 - 6 (5)	6 - 7 (5)

FUENTE: (1) CIREN - CORFO 1980
(2) Jorge Toro 1986
(3) Endesa 1986
(4) CIREN - CORFO 1979
(5) Dirección Gral. de Aguas 1986

FIGURA 1
DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS REPRESENTATIVOS
DE LOS LUGARES DE ENSAYOS



Procedencias Ensayadas: En los cuatro lugares se ensayó una colección de 14 procedencias de semillas obtenidas de CSIRO - Australia. Sin embargo, debido a que las muestras de semillas fueron limitadas, algunas de las procedencias no están replicadas en todos los ensayos.

CUADRO 2
PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis*

Localidad y Estado	Latitud (° S)	Longitud (° E)	Altitud (mnm)	Precipitación (mm/año)	Temperaturas		Lugar de Ensayo			
					Máxima media mes más cálido (° C)	Mínima media mes más frío (° C)	Llallauquén	La Rinconada	Mel-Mel	Las Palmas
Darling River Bourke, NSW	30 50	145 57	110	349	36,8	4,5	x	+x	x	x
Mundee, NSW	32 25	145 30	60	237	32,9	5,1	x	x	x	
Lake Albacutya, VIC.	35 54	142 00	70	332	32,4	4,2	x	x	x	x
NW Dodnadatta, SA	26 57	133 32	300	129	38,0	6,0	x	x	x	x
Agnew, WA	28 30	120 57	490	228	38,3	6,6	x	x	x	x
Lake Albacutya, VIC	35 44	142 20	70	332	32,4	4,2	x	x	x	x
Port Lincoln, SA	34 35	135 38	90	484	24,9	8,4	x	x	x	x
Fitzroy River Crossina, WA	18 11	125 36	150	519	40,9	11,1	x		x	x
Emu Creek Petford, QLD	17 20	144 68	460	1427	29,6	10,4			x	
Wof Wiluma, WA	26 33	120 30	550	239	37,2	4,9			x	
Nof Quilpio, QLD	25 58	144 35	260	291	37,9	6,3	x	x		x
Umberumberka Creek, NSW	31 57	141 28	304	237	32,9	5,1	x	x		x
Wiluma, WA	26 00	120 00	-	239	37,2	4,9	x	x		x
Sof Katherine, NT	14 30	132 15	110	352	38,1	13,2	x	x		x

Las semillas fueron viverizadas durante el período diciembre 1983-mayo 1984. Las plantas fueron producidas en bolsas de polietileno de 10 x 20 cm usando un sustrato compuesto por un 60% de tierra común, 20% de arena y 20% de tierra vegetal.

La vegetación arbustiva y arbórea de los lugares de ensayos fue eliminada a través de un roce manual. La plantación se efectuó durante los meses de junio y julio de 1984, coincidiendo con el período de mayor pluviosidad.

Diseño Experimental: Los ensayos fueron establecidos con un diseño completamente aleatorizado con 3 repeticiones, aunque cuando existían diferencias notorias en el lugar, debidas a la pendiente, exposición u otros factores, se empleó un diseño de bloques al azar.

La unidad experimental fue de 20 plantas (2 hileras de 10 plantas) espaciadas a 3 x 3 m. El método de establecimiento de las plantaciones y el diseño experimental de cada ensayo se detallan en el Cuadro N° 3.

Variables Analizadas: Los ensayos se controlaron una vez terminada la primera temporada de crecimiento (control año 1985) y una vez terminada la segunda temporada de crecimiento (control año 1986). En el primer control se midieron las siguientes variables, en las tres repeticiones.

- Supervivencia (o/o)
 - Altura total de las plantas (m)
- En el segundo control, además de las variables mencionadas, se agregaron:
- Diámetro de cuello, medido con pie de metro (cm)
 - Incremento en altura entre el primer y segundo año (m)
 - Un índice de crecimiento, como estimador de la biomasa, calculado a partir del diámetro de cuello al cuadrado multiplicado por la altura total ($dc^2 \times H$).

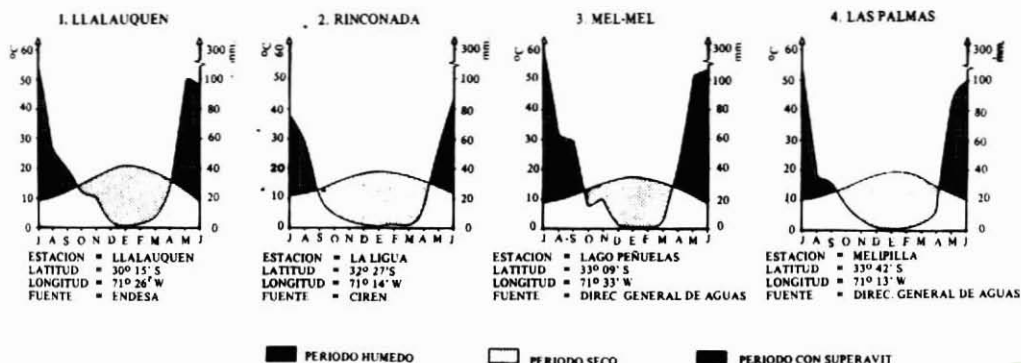
Análisis Estadístico. Debido a las restricciones impuestas por la heterogeneidad de los ensayos, en términos del tamaño de la unidad experimental, diseño estadístico y método de establecimiento, se efectuó un análisis comparativo de las procedencias dentro de cada sitio

CUADRO 1
UBICACION Y CARACTERIZACION DE LOS ENSAYOS

	Ensayo 1 Llallauquen	Ensayo 2 Rinconada	Ensayo 3 Mel-Mel	Ensayo 4 Las Palmas
1. Ubicación				
Latitud Sur	34° 15'	32° 30'	33° 22'	33° 36'
Longitud Oeste	71° 21'	71° 15'	71° 23'	71° 22'
2. Fisiografía				
Pendiente (°/o)	5 - 10	Media 26 Máx. 35	20 - 30	0 - 5
Exposición	Noreste	Sur	Noreste	-
Relieve	Plano	Lomaje	Lomaje	Plano
3. Suelos				
Gran grupo	Pardo no cálcico	Pardo no cálcico	Pardo no cálcico	Pardo no cálcico
Características del Horizonte 2	Profundidad del suelo de 20 - 40 cm; textura moderadamente gruesa variando de franco arenosa fina a gruesa; estructura de bloques angulares y subangulares, pH 5,4 - 6,0; color pardo oscuro a pardo amarillento presenta limitaciones por erosión y/o topografía(1).	0 - 20 cm; textura franca, estructura subangular consistencia friable, débilmente plástica y adhesiva; abundantes raíces finas; pH 5,6; color 7,5 Y R 6/4 en seco.	0 - 30 cm; textura franco-arenosa; estructura de bloques subangulares; consistencia friable y débilmente plástica y adhesiva; presencia de raíces finas, pH 6.1.	0 - 30 cm. textura franco-arenosa; estructura de bloques angulares y subangulares; consistencia friable, débilmente plástica y adhesiva; raíces abundantes, pH 6,4, color 5 Y R 4/4 en húmedo.
Características del Horizonte 2		20 - 60 cm; textura arcillosa, estructura prismática; consistencia firme, fuerte, plástica y adhesiva; raíces escasas pH 5,7, color 5 Y R 4/4 en seco.	30 - 70 cm. formada por maicillo grueso con abundante cuarzo y una pequeña matriz de material más fino; no hay presencia de raíces, pH 6.1. (2).	30 - 75 cm; textura franco-arcillo-arenosa; estructura de bloques angulares y subangulares consistencia friable, fuerte, plástico y adhesivo; presencia de raíces finas, pH 6,5; color 2,5 Y R 5/6 en húmedo.
Características del Horizonte 3		60 y más cm. formado por maicillo muy descompuesto, con presencia de piedra y no hay presencia de raíces (2).		75 - 130 cm, predomina un maicillo con abundante cuarzo y muy denso; no hay presencia de raíces (2).
4. Clima				
Tipo Bioclimático	Mediterráneo subhúmedo	Mediterráneo semiárido	Mediterráneo semiárido	Mediterráneo subhúmedo
Precipitación media anual (mm)	513,2	328,8	729,5	364,8
Temperatura media anual (°C)	15°	15,1°	13,4°	14,7°
Meses secos	6 - 7 (3)	7 - 8 (4)	5 - 6 (5)	6 - 7 (5)

FUENTE: (1) CIREN - CORFO 1980
(2) Jorge Toro 1986
(3) Endesa 1986
(4) CIREN - CORFO 1979
(5) Dirección Gral. de Aguas 1986

FIGURA 1
DIAGRAMAS OMBROTERMICOS REPRESENTATIVOS
DE LOS LUGARES DE ENSAYOS



ENSAYOS DE PROCEDENCIA DE EUCALYPTUS CAMALDULENSIS

Procedencias Ensayadas: En los cuatro lugares se ensayó una colección de 14 procedencias de semillas obtenidas de CSIRO - Australia. Sin embargo, debido a que las muestras de semillas fueron limitadas, algunas de las procedencias no están replicadas en todos los ensayos.

CUADRO 2
PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis*

Localidad y Estado	Latitud (° ' S)	Longitud (° ' E)	Altitud (mnm)	Precipitación (mm/año)	Temperaturas		Lugar de Ensayo			
					Máxima media mes más cálido (° C)	Mínima media mes más frío (° C)	Llallauquén	La Rinconada	Met-Mel	Las Palmas
Darling River Bourke, NSW	30 50	145 57	110	349	36,8	4,5	x	+x	x	x
Minidie, NSW	32 25	145 30	60	237	32,9	5,1	x	x	x	
Lake Albacutya, VIC.	35 54	142 00	70	332	32,4	4,2	x	x	x	x
NW Dodnadatta, SA	26 57	133 32	300	129	38,0	6,0	x	x	x	x
Agnew, WA	28 30	120 57	490	228	38,3	6,6	x	x	x	x
Lake Albacutya, VIC	35 44	142 20	70	332	32,4	4,2	x	x	x	x
Port Lincoln, SA	34 35	135 38	90	484	24,9	8,4	x	x	x	x
Fitzroy River Crossina, WA	18 11	125 36	150	519	40,9	11,1	x		x	x
EmuCreek Petford, QLD	17 20	144 68	460	1427	29,6	10,4			x	
Wof Wiluma, WA	26 33	120 30	550	239	37,2	4,9			x	
Nof Quilpio, QLD	25 58	144 35	260	291	37,9	6,3	x	x		x
Umberumberka Creek, NSW	31 57	141 28	304	237	32,9	5,1	x	x		x
Wiluma, WA	26 00	120 00	-	239	37,2	4,9	x	x		x
Sof Katherine, NT	14 30	132 15	110	352	38,1	13,2	x	x		x

Las semillas fueron viverizadas durante el período diciembre 1983-mayo 1984. Las plantas fueron producidas en bolsas de polietileno de 10 x 20 cm usando un sustrato compuesto por un 60% de tierra común, 20% de arena y 20% de tierra vegetal.

La vegetación arbustiva y arbórea de los lugares de ensayos fue eliminada a través de un roce manual. La plantación se efectuó durante los meses de junio y julio de 1984, coincidiendo con el período de mayor pluviosidad.

Diseño Experimental: Los ensayos fueron establecidos con un diseño completamente aleatorizado con 3 repeticiones, aunque cuando existían diferencias notorias en el lugar, debidas a la pendiente, exposición u otros factores, se empleó un diseño de bloques al azar.

La unidad experimental fue de 20 plantas (2 hileras de 10 plantas) espaciadas a 3 x 3 m. El método de establecimiento de las plantaciones y el diseño experimental de cada ensayo se detallan en el Cuadro N° 3.

Variables Analizadas: Los ensayos se controlaron una vez terminada la primera temporada de crecimiento (control año 1985) y una vez terminada la segunda temporada de crecimiento (control año 1986). En el primer control se midieron las siguientes variables, en las tres repeticiones.

- a) Supervivencia (0/o)
- b) Altura total de las plantas (m)

En el segundo control, además de las variables mencionadas, se agregaron:

- c) Diámetro de cuello, medido con pie de metro (cm)
- d) Incremento en altura entre el primer y segundo año (m)
- e) Un índice de crecimiento, como estimador de la biomasa, calculado a partir del diámetro de cuello al cuadrado multiplicado por la altura total ($dc^2 \times H$).

Análisis Estadístico. Debido a las restricciones impuestas por la heterogeneidad de los ensayos, en términos del tamaño de la unidad experimental, diseño estadístico y método de establecimiento, se efectuó un análisis comparativo de las procedencias dentro de cada sitio

exclusivamente. Para este propósito se seleccionaron las variables supervivencia e índice de crecimiento, de acuerdo con el control del segundo año.

Los valores promedio de las variables para cada procedencia fueron comparados estadísticamente a través de un Análisis de Varianza. En caso de existir diferencias significativas entre las procedencias, éstas se determinaron a través del Test de Comparación Múltiple de Tukey (Chun Li, 1969).

CUADRO 3
ANTECEDENTES DEL ESTABLECIMIENTO DE LOS
LUGARES DE ENSAYO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

	Ensayo 1 Llallauquén	Ensayo 2 Rinconada	Ensayo 3 Mel-Mel	Ensayo 4 Las Palmas
Preparación del suelo	Hoyo de 30 x 30 x 30 cm	Hoyo de 30 x 30 x 30 cm	Surcos en curvas de nivel con trac- ción animal.	Hoyo de 30 x 30 x 30 cm
Espaciamento	2 x 2 m	3 x 3 m	2,5 x 2,5 m	2 x 2 m
Unidad Experimental (Nº de plantas)	20	20	16	20
Superficie (m ²)	88	198	156,25	88
Repeticiones	3	3	3	3
Diseño Estadístico	Bloques al azar	Bloques al azar	Completamente aleatorizado	Completamente aleatorizado

RESULTADOS

Los resultados obtenidos para cada uno de los ensayos se entregan en los Cuadros N^o 4, 5, 6 y 7, ordenados según el Índice de Crecimiento. Para cada variable se entregan los valores mínimos, medios y máximos, además de su varianza.

DISCUSION

La experiencia desarrollada con procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* reviste particular interés para la zona semiárida de Chile. Esta especie ha tenido buenos resultados de adaptación y crecimiento en zonas cuya pluviometría anual oscila entre 150 y 400 mm. Introducida a fines del siglo pasado, probablemente junto con *E. globulus*, es común encontrarla en avenidas, cortinas cortavientos y pequeños bosquetes de la zona central chilena.

Los resultados del proyecto Introducción de Especies Forestales, desarrollado por INFOR a partir de 1962, indican que *E. camaldulensis* presenta una buena adaptación en zonas edafoclimáticas con déficit hídrico. En la región mediterránea árida, con precipitaciones cercanas a los 150 mm, ha destacado como una de las especies de mejor crecimiento, junto con *E. Clodocalyx* y *F. sideroxylon*.

En la región mediterránea semiárida, con una precipitación anual cercana a los 400 mm, su crecimiento es similar al de *E. globulus* y sus subespecies *E. globulus* ssp *bicostata* y *E. glo-*

CUADRO 4
RESULTADOS
Procedencias *Eucalyptus camaldulensis*
Ensayo 1. Llallauquén

proc CSIRO	← Año 1 →		← Año 2 →					DSt p > 0.975
	sup (%/a)	alt (m)	sup (%/a)	alt (m)	dc (cm)	dh (m)	i.c. (cm ²)	
10666	100	1.01	100	2.13	3.10	1.12	2824.5	1
13194	100	1.00	100	1.96	2.63	.96	1685.5	1 1
13554	100	.98	97	1.83	2.67	.85	1588.6	1 1
12181	100	.61	100	1.59	2.43	.98	1333.1	1 1
11836	100	.67	100	1.48	2.40	.81	957.7	1 1
12500	95	.70	95	1.38	2.13	.68	904.9	1
10885	97	.62	95	1.20	2.17	.58	868.0	1
13264	100	.66	100	1.34	2.03	.68	731.6	1
7912	100	.54	100	1.09	2.50	.54	646.4	1
9856	98	.46	93	.91	1.50	.45	298.2	1
12828	98	.49	95	1.06	1.53	.57	289.8	1
min	95	.46	93	.91	1.50	.45	289.8	
med	98	.70	97	1.45	2.28	.75	1102.6	
max	100	1.01	100	2.13	3.10	1.12	2824.5	
var	2.9	.04	7.4	.15	0.23	.05	536256	
F cal			1.66				5.92*	
F tab			2.30				2.30	

sup = supervivencia
alt = altura total
dc = diámetro de cuello
dh = incremento en altura del último año
i.c. = índice de crecimiento (dc**2*alt)
DSt = diferencias significativas según test de Tukey

CUADRO 5
RESULTADOS
Procedencias *Eucalyptus camaldulensis*
Ensayo 2. Rinconada

proc CSIRO	← Año 1 →		← Año 2 →					DSt p > 0.975
	sup (%/a)	alt (m)	sup (%/a)	alt (m)	dc (cm)	dh (m)	i.c. (cm ²)	
10666	93	1.03	93	1.42	1.70	.39	611.0	1
13554	95	.97	95	1.33	1.63	.36	495.5	1
11836	95	.68	95	1.07	1.47	.39	409.6	1
12350	88	.49	88	.91	1.33	.42	347.8	1
13194	77	.76	77	1.02	1.00	.26	317.5	1
7912	87	.53	87	.88	1.40	.35	307.8	1
10885	90	.72	90	.88	1.40	.16	282.7	1
12181	97	.70	97	1.06	1.23	.36	256.6	1
9856	97	.57	97	.81	1.20	.24	181.9	1
12500	80	.65	78	.82	.90	.17	174.0	1
12828	95	.72	93	.90	1.10	.18	169.4	1
13246	87	.55	82	.74	.90	.18	139.1	
min	77	.49	77	.74	.90	.16	139.1	
med	90	.70	89	.99	1.27	.29	307.7	
max	97	1.03	97	1.42	1.70	.42	611.0	
var	43.4	0.03	50.2	0.04	0.07	0.01	20344	
F cal			1.06				12.88*	
F tab			2.21				2.21	

sup = supervivencia
alt = altura total
dc = diámetro de cuello
dh = incremento en altura del último año
i.c. = índice de crecimiento (dc**2*alt)
DSt = diferencias significativas según test de Tukey

CUADRO 6
RESULTADOS
Procedencias Eucalyptus camaldulensis
Ensayo 3. Mel-Mel

proc CSIRO	← ---Año 1 --- →		← ---Año 2 --- →				i.c. (cm ³)	DSt p > 0.975
	sup (%)	alt (m)	sup (%)	alt (m)	dc (cm)	dh (m)		
10666	100	1.24	100 a	1.70	2.30	.46	1140.4	1
13554	98	1.08	98 ab	1.52	2.10	.44	904.4	1
10885	100	.87	98 ab	1.09	1.93	.22	548.5	1 1
12964	98	.80	98 ab	1.49	1.47	.69	438.4	1 1
12500	100	.93	100 a	1.06	1.43	.13	338.8	1 1
13433	100	.71	100 a	.97	1.47	.26	297.3	1 1
13194	98	.88	95 ab	1.02	1.07	.14	176.9	1
9856	98	.58	95 ab	.77	1.07	.19	122.2	1
12828	100	.63	100 a	.82	.97	.18	116.1	1
13250	89	.48	87 b	.69	.77	.21	87.3	1
min	89	.48	87	.69	.77	.13	87.3	
med	98	.82	97	1.11	1.46	.29	417.0	
max	100	1.24	100	1.70	2.30	.69	1140.4	
var	11.3	.03	15.5	.12	.26	.03	126985	
Fcal			2.95*				6.87*	
Ftab			2.39				2.39	

sup = supervivencia i.c. = índice del crecimiento (dc**2*alt)
alt = altura total DSt = diferencias significativas según test de Tukey
dc = diámetro de cuello Procedencias con igual letra o unidades por barra
dh = incremento en altura del último año no presentan diferencias significativas.

CUADRO 7
RESULTADOS
Procedencias Eucalyptus camaldulensis
Ensayo 4. Las Palmas

proc CSIRO	← ---Año 1 --- →		← ---Año 2 --- →				i.c. (cm ³)	DSt p > 0.975
	sup (%)	alt (m)	sup (%)	alt (m)	dc (cm)	dh (m)		
10666	97	1.05	97	1.88	2.23	.83	1574.0	
13554	92	.89	88	1.41	1.53	.52	435.7	1
12350	92	.46	92	.83	1.33	.37	251.4	1
7912	98	.45	98	.89	1.23	.44	236.4	1
10885	92	.60	92	.90	1.33	.30	194.8	1
12181	97	.58	97	1.02	1.10	.43	191.9	1
12828	100	.43	100	.78	.93	.35	115.7	1
11836	97	.57	97	.84	1.00	.28	110.4	1
13264	98	.59	98	.88	.87	.29	87.5	1
9856	92	.45	87	.58	.67	.13	35.7	1
min	92	.43	87	.58	.67	.13	35.7	
med	95	.69	95	1.00	1.22	.39	320.6	
max	100	1.05	100	1.88	2.23	.83	1574.0	
var	10.8	.61	94.5	1.00	1.22	.39	321	
Fcal			2.23				10.89*	
Ftab			2.30				2.30	

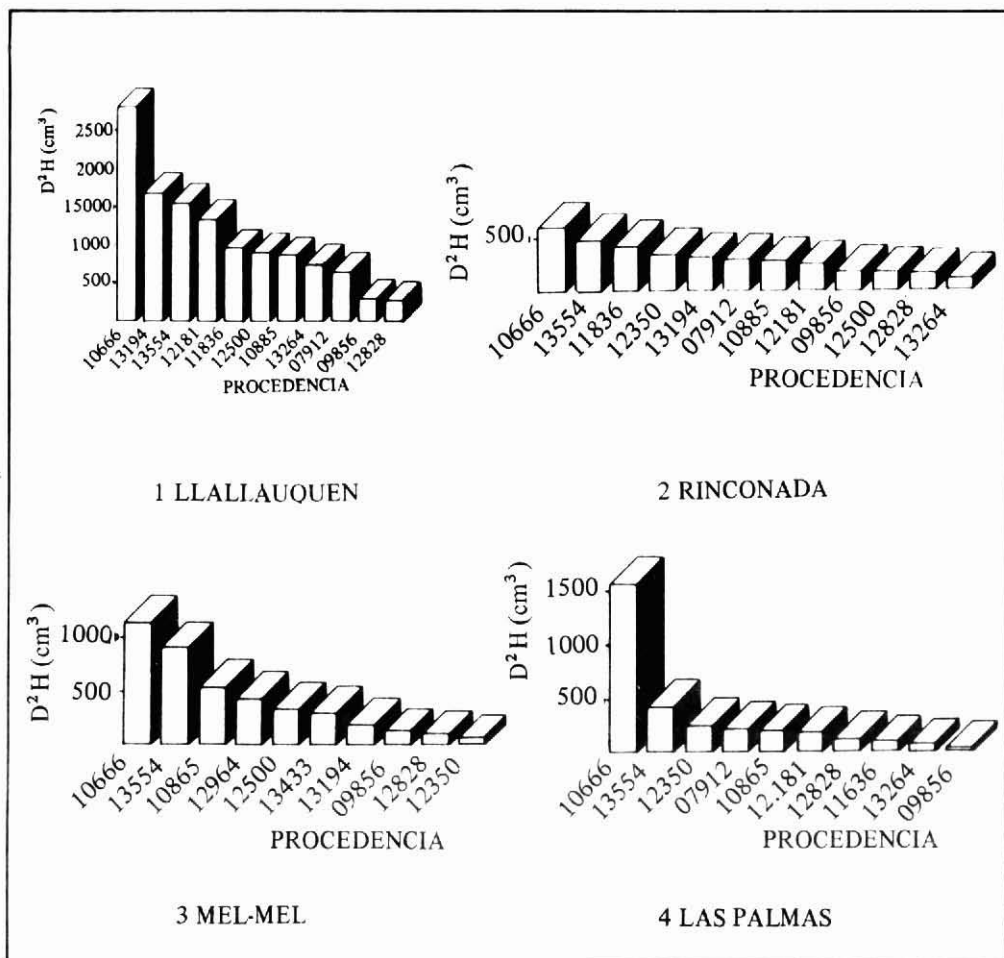
sup = supervivencia
alt = altura total
dc = diámetro de cuello
dh = incremento en altura del último año
i.c. = índice del crecimiento (dc**2*alt)
DSt = diferencias significativas según Tukey

bulus ssp *maidenii*, aunque su forma es sólo de regular calidad.

Los resultados obtenidos permiten apreciar que la totalidad de las procedencias ensayadas en los 4 sitios muestran una buena supervivencia al cabo del segundo año, superior al 76^o/o en todos los casos. Esto es de gran importancia debido a que la legislación de fomento forestal existente en el país (D.L. N^o 701 de 1974) otorga un subsidio del Estado a las plantaciones forestales a condición de que su supervivencia al primer año sea de 75^o/o o más.

También es posible observar que existe una alta heterogeneidad en términos de tolerancia al medio (resistencia a la sequía, heladas, ataques de insectos), vigor, forma y tasas de crecimiento entre las procedencias, ya que se registran diferencias notables en términos de incremento en altura, diámetro y volumen (Figura N^o 2).

FIGURA 2
INDICE DE CRECIMIENTO DE LAS PROCEDENCIAS DE
Eucalyptus camaldulensis



La procedencia de mejor resultado para la zona de estudio, por su plasticidad ecológica y su productividad, es Lake Albacutya, Victoria (Código 10666 CSIRO). En todos los ensayos mostró los mayores crecimientos en altura y en volumen. En el lugar con mejor resultado (Llallauquén), su altura promedio a los 2 años era de 2,13 m con un incremento anual de 1,12 m. Su forma es bastante aceptable para la producción de postes y no se evidencian problemas fitosanitarios (Fotos 1, 2 y 3).

Las procedencias de menor crecimiento en todos los ensayos fueron las de Agnew, Western Australia (Código 9856); NW Dodnadatta, Southern Australia (Código 12828); Nof Quilpio, Queensland (Código 12828); Nof Quilpio, Queensland (Código 13264) y Fitzroy River Crossiana, Western Australia (Código 13250).

Aunque el plazo de experimentación es reducido, las significativas diferencias que existen entre los resultados obtenidos con la procedencia 10666, Lake Albacutya, y el resto, en todos los sitios ensayados, permiten recomendar que las próximas experiencias se refieran a ensayos silvícolas efectuando pequeñas plantaciones de la procedencia seleccionada, dejando de lado la fase de Alcance Restringido, sugerida por Burley y Wood (1979).

Los futuros ensayos debieran orientarse al ensayo de técnicas de establecimiento más intensivas para la repoblación con *Eucalyptos camaldulensis* y tratamientos silviculturales en función de diferentes utilidades de su madera.

El empleo de arados o subsoladores, la fertilización y un buen control de la competencia incidirían en un mejor resultado de las plantaciones de *E. camaldulensis*, como ha sido demostrado en experiencias con *E. globulus* (Prado y Rojas, 1985) en la Zona Semiárida de Chile.

CONCLUSIONES

- La procedencia de mayor plasticidad ecológica, en términos de supervivencia, crecimiento, forma y productividad, fue Lake Albacutya, Victoria (10666).
- La totalidad de las procedencias ensayadas alcanzaron una supervivencia superior al 76% en todos los sitios.
- Las diversas procedencias ensayadas presentan una alta heterogeneidad en términos de su tolerancia al medio, vigor, forma y tasa de crecimiento.
- Las procedencias de *E. camaldulensis* de menor crecimiento entre las ensayadas fueron la de Agnew, Western Australia (9856); Dodnadatta, Southern Australia (12828); Quilpio, Queensland (13264) y Fitzroy River Crossiana, Western Australia (13250).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BURLEY, J. and WOOD, P.J., comp. 1976. A manual on species and provenance research with particular reference to the Tropics. Commonwealth Forestry Institute, Univ. Oxford. Tropical Forestry Papers N° 10.226 p.
- LI, CH. 1969. Introducción a la estadística experimental. Barcelona, Ed. Omega, 496 p.
- DI CASTRI, F. 1975. Esbozo ecológico de Chile. Santiago, Chile, Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. 64 p.
- ELDRIDGE, K.G., comp. An annotated bibliography of genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis*. Commonwealth Forestry Institute, Univ. Oxford and CSIRO, Australia, Tropical Forestry Papers N° 8.59 p.
- FAO. 1979. Eucalyptus for planting. FAO, Rome. FAO Forestry Series N° 11.677 p.
- GHOSH, R.C.; GUPTA, B.N. and SHEDHA, M.D. 1977. Provenance trial of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. The Indian For 103(7):442-453.
- GOOR, A.Y. and BARNEY, C.W. 1976. Forest tree planting in arid zones, 2a. ed. New York, The Ronald Press Co. 504 p.
- INSTITUTO FORESTAL y UNIVERSIDAD DE CHILE, FAC. CS. FOR. 1979. Areas cubiertas por ensayos de introducción de especies y ubicación de nuevas experiencias. Informe II, Proyecto CONAF/PNUD/FAO/CHI-76-003, Santiago, Chile. 87 p., apéndices.
- INSTITUTO FORESTAL/CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. INFOR/CORFO, Santiago, Chile. 168 p.
- DARROW, W.K. 1983. Provenance- type trials of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. tereticornis* in South Africa and South-West Africa: Eight-year results. S. Afr. For. J. N° 124:13-22.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Firewood crops. Shrub and tree species for energy production. Washington, Nat. Ac. of Sci. 237 p.
- NAWAZ, M. 1963. Introduction of fast growing tree species in West Pakistan. Lahore, Government of West Pakistan. 74 p.
- PRADO, J.A. y ROJAS, P. 1985. Efecto de la preparación del suelo, fertilización y control de la competencia en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la Zona Semiárida de Chile. En: Actas Segundo Encuentro Regional C.I.I.D. Forestación en zonas áridas y semiáridas. Santiago, Chile. pp. 234-247.
- ROBERTS, R.C. y DIAZ V., C. 1960. Los grandes grupos de suelos de Chile. Agr. Tec. (Santiago, Chile). v. 19 y 20:7-36.
- SIDDIQUI, K.M.; KHAN, M. and AKHTAR, S. 1979. Results of 10-year old *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. provenance study at Peshawar. Silvae Genet. 28(1):24-26.
- TURNBULL, J.W. and PRYOR, L.D. 1978. Choice of species and seed sources. In: Hillis, W.E. and Brown, A.G., ed. Eucalyptus for wood production. Australia, CSIRO. pp. 6-65.
-