

# ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* DEHNH EN LA ZONA SEMI ARIDA DE CHILE

Santiago Barros Asenjo (\*)

## RESUMEN

En el año 1984 se establecieron cuatro ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en la zona semiárida chilena (32 - 34° LS), donde la precipitación media anual es de 300 a 700 mm y de régimen invernal.

En estos ensayos se incluyeron 14 procedencias obtenidas de CSIRO Australia y los resultados obtenidos a las edades de 1 y 4 años se analizan en el presente trabajo.

En todos los ensayos, sin excepción, los mejores resultados se obtienen con dos procedencias correspondientes a Lake Albacutya, Victoria.

**Zonas Semiáridas. Procedencias. *Eucalyptus camaldulensis*.**

## ABSTRACT

Four *Eucalyptus camaldulensis* provenances trials were established in the Chilean semiarid region (32 to 34° S.L.), where the mean annual rainfall ranges from 300 to 700 mm, with a winter maximum.

Fourteen provenances provided by CSIRO, Australia, were included and the results at first and fourth year after plantation are analyzed in this paper.

Two provenances from Lake Albacutya, Victoria, show the best results in each one of the trials.

**Semiarid zones. Provenances. *Eucalyptus camaldulensis***

(\*) Ingeniero Forestal - División Silvicultura - Instituto Forestal - Casilla 3085 Santiago - Chile.

## INTRODUCCION

En Chile se inició en 1962 un amplio programa de Introducción de Especies Forestales con el objeto de seleccionar especies adecuadas para la forestación de distintas zonas del país. Los resultados de este programa indican que para la zona semiárida central de Chile existen algunas especies del género *Eucalyptus*, como : *Eucalyptus globulus* y sus subespecies, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus sideroxylon*, *Eucalyptus cladocalyx* y otras, que pueden ser utilizadas en plantaciones de alguna magnitud, principalmente con fines energéticos o para la producción de madera para usos menores y, posiblemente en el futuro, para la industria de pulpa y papel.

De entre las especies mencionadas, la más interesante es *Eucalyptus globulus*, ya que su potencial de crecimiento es mayor. Sin embargo, esta especie se desarrolla bien en los sectores costeros, de clima más favorecido por el efecto del mar. En los sectores interiores, en cambio, el éxito de la forestación con esta especie es incierto debido a las reducidas precipitaciones, a la presencia de un período seco estival de 6 a 8 meses y a la frecuente ocurrencia de años secos, en los que las precipitaciones alcanzan niveles significativamente inferiores a los considerados normales.

El uso de técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones, que incluyen subsolado, control de competencia, fertilización y riego de establecimiento, permite aumentar considerablemente las posibilidades de éxito, pero aún así, cuando se presentan años extremadamente secos, el fracaso puede ser total.

Bajo las condiciones expuestas, adquiere especial importancia *Eucalyptus camaldulensis*, especie de mayor resistencia a restricciones hídricas, que además, por la amplia distribución natural en sus zonas de origen, presenta una gran variabilidad genética, la cual facilita una más afinada selección de procedencias de semillas.

En el país existe un subsidio estatal para el fomento de la forestación, éste alcanza al 75% de los costos reales de las diferentes faenas y está condicionado a la obtención de una supervivencia mayor o igual al 75% después del primer período seco estival. La aplicación de este subsidio desde el año 1975 permitió que las tasas anuales de forestación en el país se elevaran por sobre las 70.000 ha. Sin embargo, el efecto de este incentivo ha sido prácticamente nulo en la zona semiárida, debido principalmente al desconocimiento de los pequeños y medianos propietarios sobre especies, procedencias de semillas y técnicas de establecimiento adecuadas para las zonas.

A través de diferentes líneas de investigación el Instituto Forestal está probando técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones con distintas especies, está seleccionando las procedencias más adecuadas para algunas de estas y recientemente inició un programa de mejoramiento genético para aquellas especies más destacadas en investigaciones anteriores.

La selección de las procedencias de semillas más adecuadas para la forestación de un determinado lugar o zona puede conducir a importantes ganancias de crecimiento en las plantaciones (Eldridge and Cromer, 1987). En Marruecos el Servicio Forestal está reemplazando procedencias locales de *Eucalyptus camaldulensis* por una de Lake Albacutya, Victoria, Australia, con la cual espera incrementar los rendimientos volumétricos de las plantaciones en 105% (Bellefontaine et al., 1979; Knockaert, 1984). En Nigeria se ha triplicado y en Israel se ha octuplicado el rendimiento mediante selecciones de procedencias (Lacaze, 1977).

*Eucalyptus camaldulensis* es una de las especies del género más difundidas en el mundo. FAO (1979) estima que existen unas 500 mil hectáreas de plantaciones fuera de Australia, principalmente en España y Marruecos. En diversos lugares del mundo se han desarrollado investigaciones tendientes a la selección de procedencias y estas han demostrado que existe un considerable grado de variabilidad intraespecífica (Lacaze, 1977; Bellefontaine et al., 1979).

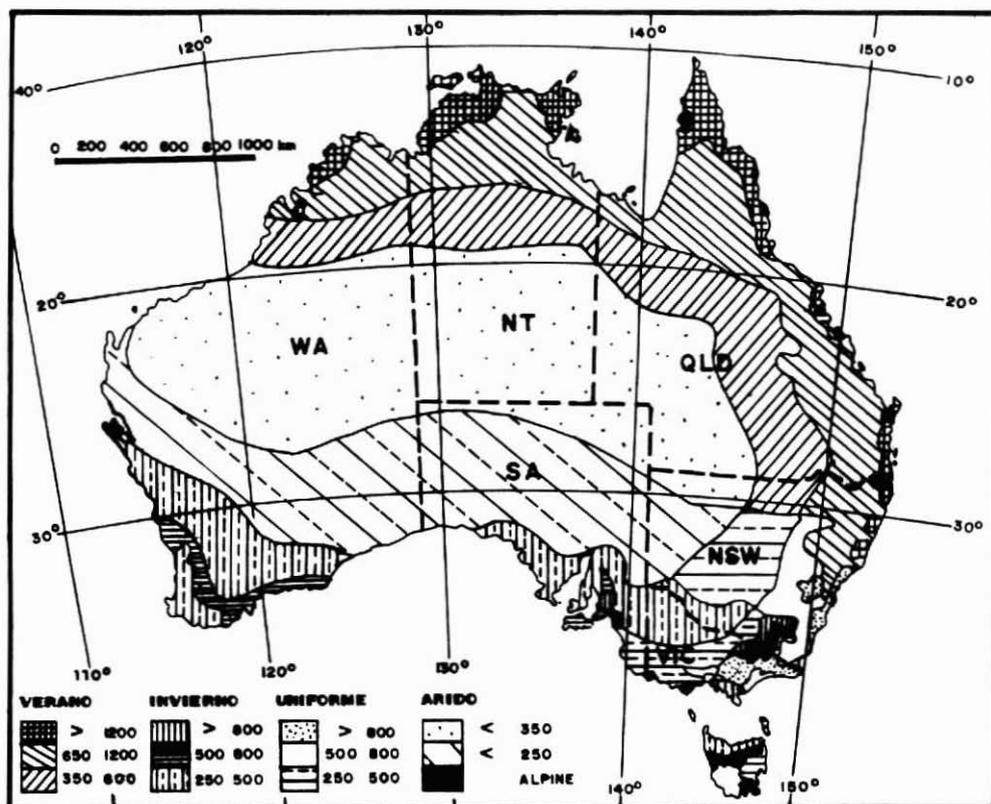
El procedimiento tradicional para seleccionar las procedencias a probar es el de las analogías climáticas, sin embargo este sistema puede provocar la inclusión de procedencias que se ubican geográficamente en los límites del área de distribución natural y no en los sectores de mayor ocurrencia, donde la especie se desarrolla mejor. También el procedimiento puede descartar orígenes que poseen una especial plasticidad o adaptabilidad (Boland et al., 1980). La procedencia de Lake Albacutya es un buen ejemplo de esto, ya que en donde ha sido probada ha dado un buen resultado. Se trata de una procedencia de clima mediterráneo que ha mostrado buena adaptación a los climas tropicales (Jackson and Ojo, 1973. cit. por Boland et al., 1980).

Lo más adecuado al iniciar los ensayos de procedencias es intentar incluir orígenes que representen lo mejor posible toda el área de distribución natural de la especie (Burley and Wood, 1979). En esta primera etapa se pueden probar 10 a 30 procedencias dependiendo esto de la amplitud de la distribución natural y de la variabilidad genética de la especie.

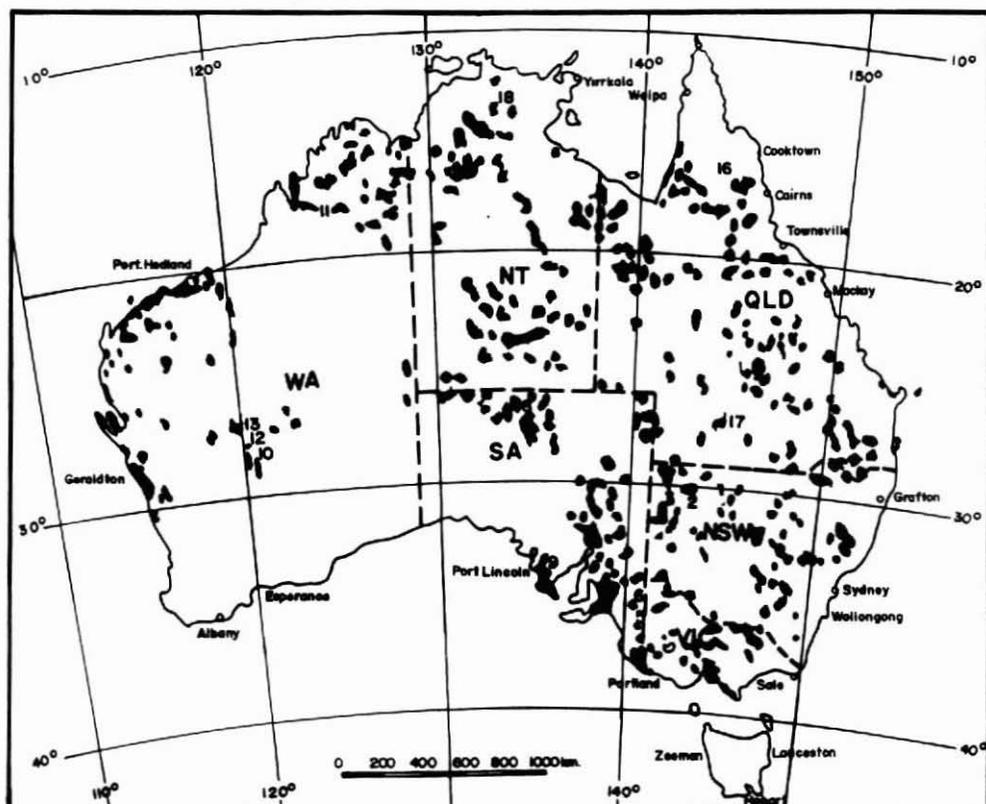
*Eucalyptus camaldulensis* está presente en todos los estados de Australia con la sola excepción de Tasmania. Se le encuentra en altitudes que varían de los 30 a 600 msnm, bajo climas tropicales a templados, con temperaturas extremas de -6 y 54°C y precipitaciones de 250 a 1000 mm. por año, sean éstas de régimen invernal, estival o uniformemente distribuidas. Prospera sobre suelos tan diversos como arcillas y arenas aluviales y soporta bien inundaciones prolongadas y salinidad en el suelo (Turnbull, 1973).

En los mapas N<sup>os</sup> 1 y 2 se muestra en forma esquemática los regímenes pluviométricos de Australia y la distribución natural de *Eucalyptus camaldulensis*.

Mapa N<sup>o</sup> 1.  
REGIMENES DE PRECIPITACION  
AUSTRALIA



Mapa N° 2  
 DISTRIBUCION NATURAL *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.  
 AUSTRALIA



- |                     |                    |                |
|---------------------|--------------------|----------------|
| 1 = Darling River   | 8 = Oodnadatta     | 13 = Wiluma    |
| 2 = Mimindes        | 9 = Port Lincoln   | 16 = Emu Creek |
| 3 = Umberumberka C. | 10 = Agnew         | 17 = Quilpie   |
| 5 = Lake Albacutya  | 11 = Fitzroy River | 18 = Katherine |
| 6 = Lake Albacutya  | 12 = Wiluma        |                |

## MATERIAL Y METODO

Se obtuvo una colección de 14 procedencias de semillas, las plantas fueron producidas en macetas de polietileno, previo almácigo en cajas, y se establecieron los ensayos durante el invierno de 1984.

Las técnicas de establecimiento fueron simples; la preparación de suelos se efectuó con arado agrícola con tracción animal y no se adicionaron productos químicos.

El diseño experimental es de parcelas al azar con tres repeticiones, las parcelas son de 20 plantas, con la excepción de uno de los ensayos en que estas son de 25 plantas. En el primer caso las parcelas son dos hileras de 10 plantas y se miden todas y, en el segundo, las parcelas son cuadradas, de 5 por 5 plantas, y se controlan solamente las 16 centrales. Las mediciones de control son anuales y en estas se registran las variables altura total (m), diámetro del cuello (cm) y supervivencia (%).

Para el análisis estadístico se utiliza como variable respuesta a la sumatoria de  $D^2H$ , parámetro que permite integrar las tres variables medidas en terreno. Este parámetro es sometido a un análisis de varianza y pruebas de Barlett y Tukey, lo cual permite definir diferencias significativas al 95% de confianza.

En el cuadro N° 1 se da la ubicación y caracterización de los lugares de ensayo.

Cuadro N° 1  
UBICACION Y CARACTERIZACION LUGARES DE ENSAYO

ENSAYO	REGION	LATITUD	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	PERIODO SECO (mes)
RINCONADA	V	32°30'S	232	14,8	7 - 9
MEL - MEL	V	33°20'S	480	14,4	7 - 9
LAS PALMAS	RM	33°40'S	512	14,7	7 - 9
LLALLAUQUEN	VI	34°15'S	554	13,0	6 - 8

Los ensayos de Rinconada, Mel-Mel, Las Palmas y Llallauquén se ubican en las cercanías de La Ligua, Casablanca, Leyda y balneario Llallauquén en el Lago Rapel, respectivamente.

Los suelos en los cuatro lugares de ensayo son del gran grupo pardo no cálcicos. Presentan texturas medias, son delgados a moderadamente profundos y de reacción neutra a moderadamente básica.

En el cuadro N° 2 se identifican las procedencias de semillas incluidas en cada lugar de ensayo.

Cuadro N° 2  
PROCEDENCIAS PROBADAS

CODIGO	ESTADO	LOCALIDAD	RINCON.	LAS PALMAS	MEL-MEL	LLALLAU.
12500	NSW	DARLING RIVER	X		X	X
13194	NSW	MIMINDEE	X		X	X
11836	NSW	UMBERUMBERKA C	X	X		X
13554	VIC	LAKE ALBACUTYA	X	X	X	X
10666	VIC	LAKE ALBACUTYA	X	X	X	X
12828	SA	ODNADATTA	X	X	X	X
10885	SA	PORT LINCOLN	X	X	X	X
9856	WA	AGNEW	X	X	X	X
12350	WA	FITZROY RIVER	X	X	X	
13433	WA	WILUMA			X	
7912	WA	WILUMA	X	X		X
12964	QLD	EMU CREEK			X	
13264	QLD	QUILPIE	X	X		X
12181	NT	KATHERINE	X	X		X

La cantidad de plantas obtenida a partir de las muestras de semillas disponibles no permitió incluir todas las procedencias en cada uno de los ensayos.

los codigos que muestra el cuadro N° 2 corresponden a aquellos utilizados por CSIRO, Australia, para sus colecciones de semillas.

## RESULTADOS

En los cuadros N°s 3 a 6 se anotan los resultados obtenidos al primer año de edad, indicándose altura y supervivencia media de los tratamientos, y a los cuatro años de edad, incluyéndose altura, supervivencia y diámetro medios, además de la sumatoria de D<sup>2</sup>H. Los tratamientos están ordenados de mayor a menor de acuerdo a este último parámetro.

Cuadro N° 3  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**RINCONADA V REGION**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	93	1,1	93	3,4	4,7	171,1
13554	VIC	95	1,0	95	3,1	4,6	164,0
11836	NSW	95	0,7	93	2,7	4,5	134,1
12181	NT	95	0,7	97	2,7	3,8	97,9
12350	WA	88	0,6	88	2,6	4,1	96,6
7912	WA	90	0,6	90	2,3	4,0	93,1
10885	SA	88	0,8	90	2,1	3,9	84,0
13194	NSW	77	1,0	75	2,8	3,2	63,9
12500	NSW	80	0,8	78	2,2	3,1	57,0
9856	WA	95	0,6	97	1,9	3,0	47,2
12828	SA	95	0,8	93	2,2	3,0	45,6
13264	QLD	87	0,7	85	1,9	3,1	42,8

Cuadro N° 4  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**LAS PALMAS, REGION METROPOLITANA**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	97	1,1	97	4,0	5,7	300,4
13554	VIC	92	0,9	92	2,8	5,1	171,5
7912	WA	98	0,5	97	1,9	3,7	98,8
12181	NT	97	0,5	97	2,2	3,5	80,3
10885	SA	92	0,6	92	1,8	4,2	76,9
12350	WA	85	0,5	92	1,9	3,7	69,8
11836	NSW	97	0,6	95	1,7	3,3	45,9
12828	SA	100	0,4	100	1,6	2,9	40,5
13264	QLD	98	0,6	97	1,5	2,9	37,5
9856	WA	90	0,5	87	1,0	1,9	13,5

**Cuadro N° 5**  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**MEL - MEL, V REGION**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	100	1,3	100	3,9	5,3	212,7
13554	VIC	98	1,1	98	3,4	5,0	171,4
10885	SA	100	0,9	100	2,2	4,9	120,9
12964	QLD	98	0,8	96	3,2	4,3	119,2
12500	NSW	100	0,9	98	2,3	3,8	82,1
13433	WA	100	0,7	100	2,2	3,5	61,7
12828	SA	100	0,6	100	1,7	2,6	30,7
13194	NSW	98	0,9	96	1,9	2,6	28,1
9856	WA	98	0,6	100	1,6	2,6	23,1
12350	WA	90	0,5	86	1,3	2,0	14,8

**Cuadro N° 6**  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**LLALLAUQUEN, VI REGION**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	100	1,1	100	4,8	7,1	582,3
13554	VIC	100	1,0	97	3,9	6,3	409,6
12181	NT	98	0,6	98	3,4	5,5	279,4
13194	NSW	100	1,0	100	3,6	4,8	215,1
10885	SA	97	0,6	90	2,3	4,9	166,0
11836	NSW	100	0,7	100	2,8	4,9	162,4
13264	QLD	100	0,7	100	2,5	4,3	132,3
7912	WA	100	0,5	100	2,3	4,4	121,3
12500	NSW	95	0,7	95	2,4	4,2	118,8
9856	WA	98	0,5	90	1,8	3,4	63,7
12828	SA	98	0,5	98	1,9	3,3	58,8

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

En los cuadros de resultados se puede apreciar que todas las procedencias probadas y en todos los ensayos mantienen, a los cuatro años de edad, una alta supervivencia. Esta es de un mínimo de un 85% en un par de casos, pero en la mayoría de los casos es cercana al 100%. Sin embargo, en el desarrollo alcanzado a esta edad se observan diferencias de importancia, ya que los valores extremos que se registran en los diferentes ensayos son de 1 a 4.8 m. para la altura total, y de 1.9 a 7.1 cm. para el diámetro del cuello, y para la variable respuesta ( $D^2H$ ) estos valores oscilan entre 13.5 y 582.3  $Mcm^3$ .

En el ensayo establecido en Rinconada, que es el que registra menor precipitación media anual (232 mm), las procedencias de Lake Albacutya, Victoria, muestran los mayores desarrollos triplicando o cuadruplicando aquellos alcanzados por las de menores desarrollos; Quilpie (Queensland) y Oodnadatta (Southern Australia). Sin embargo, el desarrollo de estas procedencias de Victoria no difiere estadísticamente en forma significativa del que registran las cinco procedencias que se ubican a continuación; Umberumberka Creek de New South Wales y otras de un apreciable menor desarrollo (Cuadro N° 3).

En las parcelas experimentales establecidas en Las Palmas también destacan claramente las procedencias de Lake Albacutya y una de éstas (10666) difiere significativamente de todas las restantes. El nivel de la variable respuesta para estos orígenes de semilla es más de diez veces superior que el alcanzado por aquél de Agnew, Western Australia (Cuadro N° 4).

Los resultados obtenidos hasta ahora en el ensayo de Mel-Mel indican similar tendencia. Los mayores desarrollos corresponden a las procedencias de Lake Albacutya, aunque en este caso el análisis estadístico no acusa diferencias significativas con aquellas de Port Lincoln (Southern Australia) y Emu Creek (Queensland) (Cuadro N°5).

En el ensayo de Llallauquén se reiteran los resultados para los orígenes de Lake Albacutya, que no difieren significativamente entre sí y uno de estos supera estadísticamente a todos los restantes. Buenos resultados muestran también las procedencias de Katherine (Northern Territory) y Mimindee (New South Wales) (Cuadro N° 6).

Las dos procedencias de Lake Albacutya son las de mayor desarrollo en los cuatro ensayos y, aunque no difieren significativamente entre sí, la colección identificada con el código 10666 supera en todos los casos a aquella identificada con el código 13554.

Otros resultados comunes a los cuatro ensayos son los menores desarrollos de las procedencias de Oodnadatta (Southern Australia) y Agnew (Western Australia).

Los resultados obtenidos en estos ensayos son en general coincidentes con la experiencia reunida en países de la cuenca del Mediterraneo.

Las procedencias Lake Albacutya (10666 y 13554 VIC) registran los mejores resultados en los cuatro lugares de ensayo. A continuación se ubican Katherine (12181 NT), Umberumberka Creck (11836 NSW), Port Lincoln (10885 SA) y Wiluma (7912 WA), cuyos resultados son satisfactorios en la mayoría de los ensayos.

La variabilidad intraespecífica es alta, ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas incluso entre las mejores procedencias. Las diferencias a los cuatro años de edad entre la mejor y peor procedencia en cada lugar, en términos de  $D^2H$ , es de más de 10 veces en la mayoría de los casos.

También son coincidentes los resultados en lo que se refiere a las limitaciones de la selección solamente por analogías climáticas. Las procedencias de Lake Albacutya, Umberumberka Creck y Wiluma, corresponden a zonas con menos de 250 mm anuales de precipitación y esta es de régimen invernal, por lo que muy probablemente habrían sido seleccionadas por este sistema. Sin embargo, difícilmente se habrían incluido aquellas de Port Lincoln, zona con más de 800 mm anuales, o de Katherine y Petford, que registran precipitaciones de 650 a 1200 mm y de régimen estival.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- 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, D.J.; M.I.H. Brooker and J.W. Turnbull. 1980.** Eucalyptus Seed. CSIRO. Australia. 191 p.
- Boland, D.J.; M.I.H. Brooker; G.M. Chippendale; N. Hall; B.P.M. Hyland; R.D. Johnston, D.A. Kleining and J.D. Turner. 1984.** Forest Trees of Australia. Nelson - CSIRO. Australia. 687 p.
- Burley J. and Wood, 1979.** Manual sobre Investigación de Especies y Procedencias con Referencia Especial a los Trópicos. Tropical Forestry Paper N° 10. Department of Forestry. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford.

**Eldridge, K.G. and Cromer, R. N. 1987.** Adaptation and Physiology of Eucalyptus in Relation to Genetic Improvement. En actas Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina. 6 a 10 de Abril de 1987.

**FAO. 1979.** Eucalyptus for Planting. FAO Forestry Series N° 11. Roma.

**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.

**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.

**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. V. 2.