



Fuentes de germoplasma de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh promisorias para América Central*

Pablo Ruiz M¹
Rodolfo Salazar²

INTRODUCCION

Eucalyptus camaldulensis Dehnh es una especie de uso múltiple con potencial para las zonas de mediana y baja altitud, con una época seca definida (Campos, 1989). Esta especie está empezando a ser cultivada en las zonas bajas de la región centroamericana para la producción de leña, postes, tutores para hortalizas, madera para construcción rural y producción de carbón.

A pesar de ser una especie prioritaria para América Central, actualmente se desconoce cuál es la mejor fuente de semilla que permita la obtención de los rendimientos mayores en los distintos sitios.

De 1984 a 1988, el Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELENA) del CATIE, estableció nueve pruebas de procedencia a lo largo de cinco países de América Central (Panamá, Costa Rica, Honduras, El Salvador y Guatemala). El objetivo de este documento es dar a conocer los resultados de las pruebas de procedencia y sugerir preliminarmente, las fuentes de semilla más apropiadas para las diferentes zonas de América Central, donde está siendo plantado *E. camaldulensis*.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos fueron establecidos en nueve sitios distribuidos a lo largo de América Central, cubriendo un rango latitudinal que va de 07°55' a 14°18'N y una variación longitudinal desde los 80°12' hasta los 91°33'O. La elevación varía desde 40 hasta 600 msnm, la precipitación varía de 666 a 2630 mm y la temperatura media anual de 21,1 °C a 27,6 °C (Cuadro 1).

En total se utilizaron 26 procedencias, de las cuales 19 fueron suministradas por CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), cinco se obtuvieron del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE y dos fueron recibidas de una empresa holandesa comercializadora de semillas (Cuadro 2).

* Extracto de la tesis de Pablo Ruiz para optar al título de Magister Scientiae del CATIE, Junio de 1990.

¹ Estudiante del Programa de Posgrado del CATIE, investigador de la Red de Plantaciones Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México.

² Líder del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Ubicación y características de los sitios donde fueron establecidas las pruebas de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh en América Central.

País	Sitio	Long (O)	Lat (N)	Elev. (msnm)	Temp. (°C)	Precip. (mm)	Meses secos	Uso anterior
PAN	Pesé, Herrera	80°33'	07°55'	60	27,2	1382	5	Cultivo anual
PAN	Antón, Coclé	80°12'	08°28'	40	27,6	665	5	Cultivo anual
PAN	Montijo, Veraguas	80°27'	08°39'	60	26,0	2630	4	Pastos
PAN	Sabana Grande, Los Santos	80°21'	07°51'	50	26,7	1162	5	Cultivo anual
COS	San Joaquín, Nicoya	85°20'	10°07'	50	27,0	1862	5	Pastos
HON	Caminos Nuevos, Comayagua	87°42'	13°25'	600	23,1	960	6	Cultivo anual
ELS	Hda. Santa Teresa, Sonsonate	89°28'	13°46'	470	23,8	2140	6	Cultivo anual
ELS	Hda. La Carrera, Usulután	88°56'	13°18'	75	26,6	1756	6	Cultivo anual
GUA	La Máquina, Suchitepéquez	91°33'	14°18'	100	27,4	1860	6	Cultivo anual

Pan: Panamá GUA: Guatemala HON: Honduras ELS: El Salvador COS: Costa Rica

Cuadro 2. Características de los sitios de colecta de semilla de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, utilizadas en las diferentes pruebas en América Central.

No. BLSF**	PROCEDENCIAS	SIGLAS	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (msnm)	PRECIP. (mm)	TEMP. (°C)
1202	Matagalpa, Nic.	MAN	86°00'O	12°51'N	450	1374	25,7
1220	Zimbabue, vía Holanda	ZIM	31°00'E	20°30'S	nr	nr	nr
1403	León, Nic.	LEN	87°00'O	12°30'N	100	1159	27,9
1565	León, Nic.	LEN	87°00'O	12°30'N	110	1159	27,9
1649	Holanda	HOL	nr	nr	nr	nr	nr
1825	Katerine, Aust.	KTA	132°16'E	14°27'S	110	907	27,0
1826	Emu Creek, Aust.	ECA	144°58'E	17°20'S	460	694	22,8
1827	Wrotham Park, Aust.	WPA	144°02'E	16°40'S	190	876	25,5
1828	Gilbert River, Aust.	GRA	144°13'E	18°17'S	150	726	26,0
1829	Kimberly, Aust.	KBA	126°30'E	16°08'S	430	844	25,3
1830	Victoria River, Aust.	VRA	131°02'E	15°35'S	35	756	27,3
1831	Cockatoo Creek, Aust.	CCA	129°01'E	15°38'E	50	822	28,2
1832	Tennant River, Aust.	TRA	134°30'E	19°47'S	300	336	25,7
1833	Ord River, Aust.	ORA	127°50'E	17°28'S	280	558	26,8
1834	Fitz Roy, Aust.	FRA	125°42'E	18°06'S	110	493	28,0
2118	Guararé, Pan.	GUP	80°16'O	07°45'N	50	1145	26,7
2796	Pettford, Aust.	PTA	145°02'E	17°24'S	590	673	21,8
4009	Ferguson River, Aust.	FEA	171°59'E	14°04'S	213	860	27,0
4010	Pettford, Aust.	PTA	145°59'E	17°17'S	457	860	21,8
4011	Pettford, Aust.	PTA	145°02'E	17°24'S	590	673	21,8
4012	Dimbulah, Aust.	DIA	144°56'E	17°10'S	420	725	23,1
4013	Dpri, Aust.	DPA	nr	nr	nr	nr	nr
4014	Inglewood, Aust.	IIA	151°05'E	28°25'S	280	602	18,6
4015	Pettford, Aust.	PTA	145°00'E	17°25'S	520	840	21,8
s/n	Australia	AUS	nr	nr	nr	nr	nr
s/n	La Máquina, Guat.	MAG	91°33'O	14°18'N	100	1860	27,4

** promedio anual

El Banco Latinoamericano de Semillas Forestales cuenta con la identificación de los códigos de CSIRO.

En todas las pruebas se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con diferente número de tratamientos (4 a 12) y repeticiones (3 a 5). La unidad experimental estuvo compuesta por una parcela útil de 16 ó 25 árboles, con una línea individual de borde.

La última medición de los ensayos se realizó a los 30 y 54 meses de edad. Las variables medidas fueron altura total, diámetro a la altura del pecho, porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de bifurcación y porcentaje de fructificación.

Se realizó un análisis individual para cada sitio de prueba y un análisis entre sitios, que incluyó las procedencias comunes en todos los sitios.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de las mediciones por sitio, se presentan en el Cuadro 3, donde se muestra el comportamiento de las procedencias en los diferentes sitios donde fueron probadas.

En el sitio Sabana Grande en Panamá, se observa que a la edad de 42 meses, los mayores crecimientos fueron mostrados por la procedencia de Fitz Roy, que superó en 3,2 m de altura y 2,4 cm de dap a la procedencia de Tennant River que fue la que menos creció; en este sitio, la mayor sobrevivencia fue para Ord River, seguida de Fitz Roy con 87%, mientras que Australia s/n fue la más baja con 43%.

En Montijo, Panamá, donde se probaron las mismas procedencias que en Sabana Grande, a los 30 meses, los mayores crecimientos en altura fueron presentados por Australia s/n y Fitz Roy con 3,3 y 3,0 m, superiores a Tennant River (que fue la de menor crecimiento) en 1,0 y 0,7 m respectivamente. La sobrevivencia mayor fue 68% para Fitz Roy, Tennant River fue la menor con 35%.

En Pesé, Panamá, se probaron seis procedencias derivadas (cuatro de América Central, una de Holanda y una de Zimbabue), a los 37 meses de edad, la procedencia de León, Nicaragua mostró los crecimientos mayores, que fueron superiores hasta en 2,6 m de altura a Matagalpa y en 3,1 cm

Cuadro 3. Crecimiento en altura total, dap, sobrevivencia, bifurcación y fructificación de las procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, utilizadas en las diferentes pruebas en América Central.

Panamá												
SIGLA	Los Santos (42 meses)			Montijo (30 meses)			Pesé (37 meses)			Antón (26 meses)		
	h (m)	dap (cm)	S (%)	h (m)	dap (cm)	S (%)	h (m)	dap (cm)	S (%)	h (m)	dap (cm)	S (%)
MAN							4,1	4,6	83	4,0	3,2	80
ZIM							5,5	3,6	45	2,7	2,1	54
LEN							6,7	6,5	92	5,3	5,1	87
LEN							6,4	5,9	87	4,1	3,5	77
HOL							5,5	3,4	46	3,3	2,4	74
TRA	8,6	6,8	55	2,3		36						
ORA	10,8	7,8	91	2,9		49						
FRA	11,8	9,2	87	3,0		68						
AUS							4,6	4,1	63	5,3	2,5	61
Costa Rica				Honduras				Guatemala				
SIGLA	San Joaquín (30 meses)				Caminos Nuevos (30 meses)				La Máquina (55 meses)			
	h (m)	dap (cm)	S (%)	Bif (%)	h (m)	dap (cm)	S (%)	Bif (%)	h (m)	dap (cm)	S (%)	Bif (%)
LEN					8,3	6,8	96	25				
LEN	7,1	5,7	80	11	8,2	7,3	96	29	12,5	8,3	92	15
KTA	8,0	6,8	64	11					10,0	6,1	94	22
PTA	8,7	7,3	70	11					12,1	8,1	97	21
WPA	7,3	5,4	64	2					12,5	7,9	91	6
GRA	7,9	5,8	83	3	8,8	7,3	88	23	11,5	7,7	94	8
KBA	8,0	5,9	78	3					11,0	7,5	94	12
VRA	6,0	5,5	53	5					11,1	7,6	98	20
CCR	7,0	5,3	89	16					10,3	7,7	92	31
TRA	6,5	5,4	26	5					8,8	6,1	83	23
ORA	7,4	6,1	92	5					10,8	7,4	86	20
FRA									11,0	7,3	94	9
PTA					8,4	6,8	91	22				
FRA					8,1	7,2	94	16				
PTA					9,2	7,4	98	17				
PTA					9,4	7,7	100	19				
AUS									12,2	7,3	94	9
El Salvador												
SIGLA	Hda. Santa Teresa (32 meses)				Hda. La Carrera (53 meses)							
	h (m)	dap (cm)	S (%)	Bif (%)	h (m)	dap (cm)	S (%)	Bif (%)				
LEN	11,8	9,2	98	22	14,8	13,6	71	17				
PTA					13,6	11,0	84	13				
WPA					15,8	11,5	93	7				
GRA					11,5	11,1	85	5				
KBA	11,9	8,9	98	29	13,0	11,0	85	11				
VRA					14,5	11,4	81	5				
CCA					13,0	10,5	78	8				
TRA					10,2	9,6	94	6				
ORA					13,4	11,5	91	9				
FRA					14,5	10,8	83	12				
PTA	13,7	9,6	96	15								
PTA	11,8	8,7	98	25								
DIA	11,1	9,1	94	33								
DPA	12,5	8,9	98	21								
h: altura total dap: diámetro a la altura del pecho S: Sobrevivencia Bif: Bifurcación												

de dap a Holanda. La procedencia de León, Nic. presentó 92% de sobrevivencia y la de Zimbabwe presentó 45 %, como la más baja.

En Antón, Panamá, se probaron las mismas procedencias que en Pesé y a los 26 meses, los resultados muestran que la mejor procedencia en este sitio, al igual que en Pesé, fue León, Nicaragua, que llegó a superar a Zimbabwe, la de crecimiento menor, en 2,6 m de altura y 3,0 cm de dap. León presentó 87% de sobrevivencia y Zimbabwe 54%, como la más baja.

El experimento de San Joaquín, Costa Rica, a los 30 meses de edad, indica que la procedencia de Petford, Australia fue la mejor, superando a Victoria River en 2,7 m de altura y a Cockatoo Creek con 20 cm de dap. La sobrevivencia mayor también fue presentada por Ord River que mostró un crecimiento medio en el sitio; Tennant River presentó sólo 26% de sobrevivencia.

La procedencia Cockatoo Creek mostró 16 % de bifurcación como el valor más alto, mientras que el porcentaje más bajo fue Wrotham Park con 2 %.

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA*

JEFATURA

Rodolfo Salazar, Ph.D. Líder Regional
Douglas Asch, Sr. Administración

SILVICULTURA

Miguel Musálem, Ph.D. Silvicultor Principal
David Hughall, M.Sc. Modelación
William Vásquez, M.Sc. Silvicultura
Luis Ugáide, Ph.D. Manejo de Información

SOCIOECONOMÍA

Thomas McKenzie, M.Sc. Economista Principal
Dean Current, M.Sc. Socioeconomía/Manejo de Información
Carlos Reiche, M.Sc. Economía
Manuel Gómez, M.Sc. Economista Asistente

EXTENSION

Carlos Rivas, M.Sc. Extensionista Principal
Eli Rodríguez, Lic. Editor
Ana Loaiza, Bch. Diseño Gráfico

PAISES

GUATEMALA
Carlos Figueroa, M.Sc. Coordinador Nacional
Eberto de León, Lic. Economía

HONDURAS
Rolando Ordóñez, Das. Coordinador Nacional

EL SALVADOR
Hugo Zambrana, M.Sc. Coordinador Nacional
Modelo Juárez, M.Sc. Economía

COSTA RICA

Carlos Navarro, M.Sc. Coordinador Nacional
Fabián Salas, Ing. Economía

PANAMA

Bías Morán, Ing. Coordinador Nacional

* Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y disseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala con la coordinación regional del CATIE.

En Caminos Nuevos, Honduras, se probaron ocho procedencias y a los 30 meses, la procedencia de Petford fue la que presentó los mayores crecimientos en altura y dap, llegando a superar hasta en 1,3 m de altura a Ferguson River y en 0,9 cm de dap a León. También presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia (100 %) y uno de los menores porcentajes de bifurcación; el menor porcentaje de sobrevivencia lo presentó Ferguson river con 88 % y la mayor incidencia de bifurcación fue para León con 29 %.

En Hacienda Santa Teresa, El Salvador, de las seis procedencias estudiadas a los 32 meses, Petford de Australia fue la mejor en el crecimiento en altura y dap, que superó en 2,0 m de altura a Dpry y en 0,9 cm de dap a Dimbulah. Las diferencias en el porcentaje de sobrevivencia no fueron importantes y en general fue mayor de 94 %. Dpry presentó 33% de bifurcación como el más alto, es la más alta incidencia mostrada en todos los sitios; Petford mostró sólo 15 %, como la más baja.

En la Hacienda La Carrera, El Salvador, se evaluaron 10 procedencias y a los 53 meses, los resultados indican que la mejor procedencia fue Wrotham Park, superó en 2,4 m de altura y 4,0 cm de dap a Tennant River que fue la de menores crecimientos. Los mayores porcentajes de sobrevivencia fueron para Tennant River y Wrotham Park con 94 y 93%, respectivamente, León fue la menor con 71%. El porcentaje mayor de bifurcación lo presentó la procedencia de León con 17%, Gilbert River y Victoria River sólo presentaron 5% de árboles bifurcados.

Por la edad del experimento se esperaba que la mayoría de las procedencias se encontraran produciendo semillas, pero, al momento de la última evaluación, el mayor porcentaje de árboles con fruto lo presentó la procedencia de Cockatoo Creek con 35 %, mientras que Tennant River mostró sólo 7%.

El último sitio evaluado fue el de La Máquina, Guatemala, donde se probaron 12 procedencias, a los 55 meses de edad, los resultados indican que los mejores crecimientos en altura fueron para Wrotham Park, Australia y León, Nicaragua, que superaron en 3,7 m a Tennant River, la que además fue la de menor crecimiento en dap, quedando 2,0 cm por debajo de León, que fue la de mayor crecimiento en dap.

Victoria River presentó 98% de sobrevivencia y Tennant River 83%, como la de menor sobrevivencia. La procedencia de Cockatoo Creek presentó 31% de incidencia de bifurcación y Wrotham Park sólo 6%, como el más bajo.

Victoria River presentó 34% de árboles con fruto, Tennant River presentó sólo 2%.

En el análisis conjunto de un grupo de nueve procedencias, que fueron establecidas en tres sitios diferentes, no se detectaron diferencias significativas en la interacción sitio x procedencia, a pesar de haber cambios en el orden de posición de las procedencias de sitio a sitio. Las mayores diferencias observadas, son provocadas por las características de los sitios.

El comportamiento de las fuentes de germoplasma en los tres sitios, permitió observar que las procedencias de Petford y Wrotham Park, de Australia, son las que tienen mejor respuesta a las condiciones de los tres sitios, ya que fueron las mejores. Esto permite sugerir su utilización para un programa regional de mejoramiento genético, en la zona costera del Pacífico, desde Guatemala hasta Costa Rica.

CONCLUSIONES

La procedencia de Petford es la que presentó un comportamiento mejor en la mayoría de los sitios evaluados. En Sabana Grande, Panamá, la mejor procedencia fue Fitz Roy, de Australia. La procedencia de Wrotham Park, Australia, se mostró como la mejor en Hacienda La Carrera, El Salvador y La Máquina, Guatemala.

Las procedencias de Tennant River, Cockatoo Creek y Victoria River, Australia, mostraron un comportamiento muy pobre en los sitios donde fueron evaluadas.

No se observaron problemas fitosanitarios; la alta mortalidad de algunas procedencias se debe a problemas de mantenimiento o adaptación a las condiciones del sitio.

Las procedencias de León, Kimberly, Tennant River, Petford y Cockatoo, mostraron las mayores incidencias de árboles bifurcados en algunos de los sitios.

Es necesario realizar un segundo análisis de estos experimentos, cuando alcancen cinco o seis años de edad, para obtener resultados más concluyentes.

LITERATURA CITADA

BURLEY, J. 1969. Methodology for provenance trial in the tropics. *Unasyuva*. 23(3):24-28.

CALLAHAM, R.Z. 1964. Provenance research: investigation on genetic diversity associated with geography. *Unasyuva*. 18(23):40-50.

CAMPOS, A. J.J. 1990. Curvas de índice de sitio para *Eucalyptus camaldulensis* en América Central. In Reunión del Grupo S1-07-09 de IUFRO. Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. (4, 1989, Antigua, Gua.), Actas. Ed. por Rodolfo Salazar F. Turrialba, C.R., CATIE. p. 351-366.

SILVOENERGIA No. 47, Agosto de 1991, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica Edición: / El Rodríguez / Diseño y Montaje: Ana Loaiza / Levantado de Texto: Marcia Pacheco / Este trabajo fue escrito por: P. Ruiz, R. Salazar / Revisores: W. Vásquez, F. Mesén / Publicación patrocinada por el Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA) / CATIE/ROCAP 596 - 0117. / Edición de 1500 ejemplares.