



INFORME CONTRATO DE DESEMPEÑO 2009

PRODUCTO 3:

“Selección de nuevas especies para zonas con déficit hídrico”

INSTITUTO FORESTAL, SEDE BIO BIO
GIT: MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

CONCEPCIÓN, 2009

Contenido:

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIAL Y MÉTODOS

Material para análisis a nivel de especies

Material para análisis a nivel de clones de *E. camaldulensis*

Método

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel de especies

Ensayo Caracas

Ensayo Huentelauquén

Ensayo Tunga Norte

A nivel de clones de *E. camaldulensis*

CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTRODUCCIÓN

La programación de actividades y resultados del Contrato de Desempeño 2009, del GIT de Mejoramiento Genético y Biotecnología de INFOR, considera la elaboración del presente informe técnico para la evaluación y selección de especies forestales idóneas para establecer plantaciones en zonas con escasas precipitaciones.

En particular el compromiso adquirido para el 4to trimestre del año 2009 involucra evaluar ensayos establecidos en zonas áridas con el objeto de proponer especies apropiadas para forestar tales zonas.

Diversas especies han sido sugeridas como apropiadas para la forestación en zonas secas, entre ellas diversas especies de eucaliptos han demostrado su adaptabilidad para sobrevivir y desarrollarse bajo tales limitaciones, siendo *Eucalyptus camaldulensis* la especie más difundida con ese fin. No obstante lo anterior, existen otras especies del mismo género que también presentan una gran potencialidad para satisfacer el mismo objetivo.

Consecuentemente, en el presente informe se evalúa el comportamiento y desempeño de *Corymbia maculata* y de distintas especies de *Eucalyptus* (*E. camaldulensis*, *E. cladocalyx*, *E. sideroxylon*, *E. diversicolor*, *E. tricarpa* y *E. tereticornis*), así como de distintos clones de *E. camaldulensis* establecidos en plantaciones experimentales en la IV y V regiones del país.

OBJETIVOS

Asumiendo que *E. camaldulensis* es una especie reconocida por su capacidad para desarrollarse en áreas con precipitación limitada, se busca identificar otras especies que tengan un desempeño similar, así como identificar material genético (clones de *E. camaldulensis*) que exhiban el mejor comportamiento, en términos de supervivencia y crecimiento inicial, bajo tales condiciones de plantación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para determinar el material genético más adecuado para establecer plantaciones en zonas áridas se realizó un análisis en dos niveles; el primero consideró distintas especies forestales reconocidas por su tolerancia a sequía, principalmente del género *Eucalyptus*, mientras que el segundo se realizó a nivel de clones selectos de una de las especies forestales más difundidas en las zonas áridas, como es *E. camaldulensis*.

Material para análisis a nivel de especies

Para efectos de la selección de especies se evaluó un conjunto de tres ensayos (Caracas, Huentelauquén y Tunga Norte) que contemplan diversas especies de *Eucalyptus* y una especie de *Corymbia* recomendadas para zonas áridas. Los ensayos considerados, las especies incluidas y el número de progenies de cada una se detallan en el cuadro 1.

CUADRO N° 1
N° DE PROGENIES DE LAS DISTINTAS ESPECIES CONSIDERADAS EN LOS ENSAYOS EVALUADOS

Especies	Ensayos		
	Caracas	Tunga Norte	Huentelauquén
E. camaldulensis	22	20	22
E. cladocalyx	18	17	17
E. sideroxylon	6	40	6
E. tereticornis	4		4
E. diversicolor		3	
E. tricarpa		50	
Corymbia maculata		5	
Total	50	135	49

Los tres ensayos tienen un diseño de bloques completos al azar. Caracas posee 18 bloques en los que se representan 50 progenies en parcela de un árbol individual; Tunga Norte comprende 4 bloques donde se representan 135 progenies en parcelas lineales de cuatro plantas cada una; Huentelauquén considera 12 bloques donde se presentan 49 progenies en parcelas lineales de 3 plantas cada una

El ensayo de la Hacienda Caracas fue establecido en el año 2005 en la Comuna de los Vilos, región de Coquimbo. Se encuentra en terrenos correspondientes a planicies litorales donde predomina un clima de estepa con nubosidad abundante y oscilaciones térmicas bajas debido al efecto moderador del mar. Las precipitaciones se concentran en más de un 80% en los meses invernales exhibiendo un periodo seco prolongado.

El Ensayo Tunga Norte se estableció el año 2006 en terrenos de la comunidad agrícola del mismo nombre, en la comuna de Illapel en la Región de Coquimbo. El suelo corresponde a un aridsol de origen granítico y de transición entre pardos cálcico a pardos no cálcicos. El clima imperante en el área es del tipo mediterráneo árido, caracterizado por una precipitación invernal promedio de 220 mm anuales y un largo periodo seco de 8 a 11 meses.

El ensayo Huentelauquén se estableció el año 2006 en la comuna de Canela, Región de Coquimbo en una condición de clima mediterráneo árido con nubosidad abundante, precipitación anual cercana a los 200 mm y periodo seco prolongado.

Material para análisis a nivel de clones de *E. camaldulensis*

Para efectos de discriminar los clones de *E. camaldulensis* de mejor desempeño en zonas áridas se realizó la evaluación de tres ensayos clonales establecidos en el año 2005 entre la IV y V regiones (cuadro 2).

Cuadro 2
UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS CLONALES DE *E. camaldulensis*

REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	PREDIO	PROPIETARIO
Valparaíso	Petorca	La Ligua	Pullally	Comunidad Javier Estay y Otros
Coquimbo	Choapa	Illapel	Cuz Cuz	Comunidad Agrícola Cuz Cuz
Coquimbo	Elqui	Tongoy	El Tangué	Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangué

El ensayo Pullally corresponde a una zona mediterránea con marcada influencia marina. La precipitación media anual es de 250 mm fuertemente concentrada en los meses invernales. La influencia costera se manifiesta en temperaturas templadas que no sobrepasan los 25°C, con una

muy baja incidencia de heladas. El suelo corresponde a arenas originadas en una duna fósil de baja fertilidad (Smith, 1997).

El ensayo Cuz-Cuz se ubica en una situación de clima de Estepa Cálido que se caracteriza por la sequedad del aire y la ausencia de nubosidad. Sus temperaturas son mayores que en la costa, las precipitaciones son muy irregulares y escasas y los períodos de sequía son característicamente extensos (8 meses o más). El sitio corresponde a la parte baja de una ladera orientada hacia el sur-este, con una acentuada pendiente de cerca del 90% y suelo severamente compactado.

El ensayo El Tangué se encuentra en un clima clasificado como de estepa con nubosidad abundante. Se caracteriza por abundante nubosidad baja. La cercanía del mar produce amplitudes térmicas bajas. Las precipitaciones presentan un régimen frontal, con máximos en el invierno (junio, julio y agosto) donde precipita cerca del 80% del total anual. En El Tangué caen 107 mm anuales.

En los tres ensayos anteriores se representan clones que corresponden a réplicas vegetativas de árboles seleccionados en función de la superioridad de su desempeño en ensayos de progenies establecidos por INFOR a comienzos de la década de los '90. Cada ensayo se compone de aproximadamente 13 clones (cuadro 3), distribuidos en 4 bloques completos al azar. En cada uno de los bloques, cada clon se encuentra representado por una parcela lineal de 4 rametos, a un espaciamiento de 3X3 metros.

Cuadro 3
MATERIAL GENÉTICO CONSIDERADO EN LOS ENSAYOS CLONALES DE *E. camaldulensis*

Código Clon	Identificación del Ortet	Pullally	Cuz Cuz	El Tangué
1	Ensayo Tantehue. Bq 1; proced 2, Prog 16; Arbol 3	X	X	X
3	Ensayo Tantehue. Bq 1; proced 9, Prog 98; Arbol 3	X	X	X
5	Ensayo Tantehue. Bq 2; proced 2, Prog 9; Arbol 1	X	X	X
6	Ensayo Tantehue. Bq 2; proced 8, Prog 87; Arbol 3	X	X	
9	Ensayo Tantehue. Bq 3; proced 6, Prog 63; Arbol 1	X	X	X
11	Ensayo Tantehue. Bq 4; proced 6, Prog 60; Arbol 1	X	X	X
21	Ensayo Tantehue. Bq 8; proced 3, Prog 22; Arbol 4	X	X	
27	Ensayo Tantehue. Bq 9; proced 2, Prog 19; Arbol 2	X		X
29	Ensayo Tantehue. Bq 10; proced 5, Prog 52; Arbol 1	X	X	X
31	Ensayo Tantehue. Bq 10; proced 8, Prog 81; Arbol 4	X	X	X
43	Ensayo Longotoma 32°24,665'; 71°21,724'	X	X	X
44	Ensayo Longotoma 32°24,676'; 71°20,670'	X		X
50	Plantación masiva Tantehue	X	X	X

Método

A nivel de especies se utilizó información proveniente de la medición 2009 de los ensayos indicados en el cuadro 1, equivalente a los tres años de edad para la plantación de Caracas y de dos años para Tunga Norte y Huentelauquén. En el caso de los clones de *E. camaldulensis* se utilizó información inicial correspondiente a los 10 meses de crecimiento en terreno. En ambos casos las mediciones registraron el crecimiento en altura y diámetro de cuello, valores que fueron analizados mediante procedimientos estadísticos descriptivos y de análisis de varianza. Como parámetro complementario se analizó también el comportamiento de la variable supervivencia.

Para efecto de determinar las medias de supervivencia se consideró a todas las plantas vivas, independiente de su estado, mientras que para determinar las medias de altura, las bases de datos fueron depuradas usando la información de estado, para eliminar del promedio a las plantas dañadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel de especies

Se observa un mejor desempeño general de las plantas establecidas en el ensayo Caracas respecto de los dos restantes, situación que se confirma en los valores de supervivencia que resultan claramente superiores. También son superiores los valores de altura y diámetro de cuello, pero en este caso las diferencias se confunden con la diferencia de edad de los ensayos (Caracas 3 años; Huentelauquén y Tunga Norte 2 años).

El mejor desempeño del primer ensayo obedece a condiciones ambientales más favorables, particularmente la cercanía al mar y el efecto de neblinas costeras, lo que permite que las tres especies puedan manifestar un comportamiento muy similar. En los ensayos restantes, las condiciones más adversas limitan el desarrollo de las especie menos adaptadas a condiciones de aridez, haciendo manifiesta la diferencias entre ellas (cuadro 4).

En general se observa que en las condiciones más severa de Huentelauquén y Tunga Norte, *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* continúan manifestando los mejores crecimientos, mientras que *E. sideroxylon*, *E. tereticornis*, *E. tricarpa* y *E. diversicolor* presentan valores menores. También se destaca el buen desarrollo de *Corymbia maculata*, que resulta muy similar al de las especies de mejor desempeño.

Cuadro 4
RESUMEN DEL DESEMPEÑO DE DISTINTAS ESPECIES FORESTALES EN TRES ENSAYOS ESTABLECIDOS EN DISTINTAS LOCALIDADES DE LA IV REGIÓN

Especies	ENSAYOS								
	Caracas			Huentelauquén			Tunga Norte		
	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
E. camaldulensis	84,60	234,3 ^a	43,9 ^a	65,2	98,6 ^a	14,1 ^b	66,9	118,2 ^a	22,5 ^b
E. cladocalyx	87,65	243,3 ^a	44,6 ^a	51,4	97,8 ^a	17,8 ^a	22,8	117,2 ^a	27,8 ^a
E. sideroxylon	91,67	239,3 ^a	44,8 ^a	44,3	72,1 ^b	11,6 ^c	45,0	80,1 ^b	13,7 ^d
E. tereticornis	81,94	238,9 ^a	43,8 ^a	52,0	72,4 ^b	11,7 ^c			
E. diversicolor							60,4	96,3 ^a	20,7 ^b
E. tricarpa							45,3	106,2 ^a	17,8 ^c
C. maculata							41,3	117,4 ^a	21,2 ^b
Promedio	86,3	239,2	44,4	56,8	94,3	15,0	45,7	102,0	18,5

Letras distintas en una misma columna indican diferencia estadísticamente significativas según prueba de Scott y Knott para alfa = 0,05.

Ensayo Caracas

Las cuatro especies evaluadas en el ensayo Caracas a la edad de cinco años presentan un comportamiento muy similar. En efecto, el análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre progenies dentro de las especies, pero que entre las especies esta diferencia no existe, de modo que las cuatro forman un mismo grupo homogéneo de acuerdo a los resultados de tres pruebas de comparaciones múltiples de medias (Duncan; Tuckey; y Scott y Knott).

Los valores medios del ensayo en su conjunto para las variables analizadas fueron: Supervivencia 86,3%; Altura 239,2 cm; y DAC 44,4 mm. El comportamiento a nivel de especies se presenta en la figura 1, la cual da cuenta del similar comportamiento de las cuatro especies evaluadas.

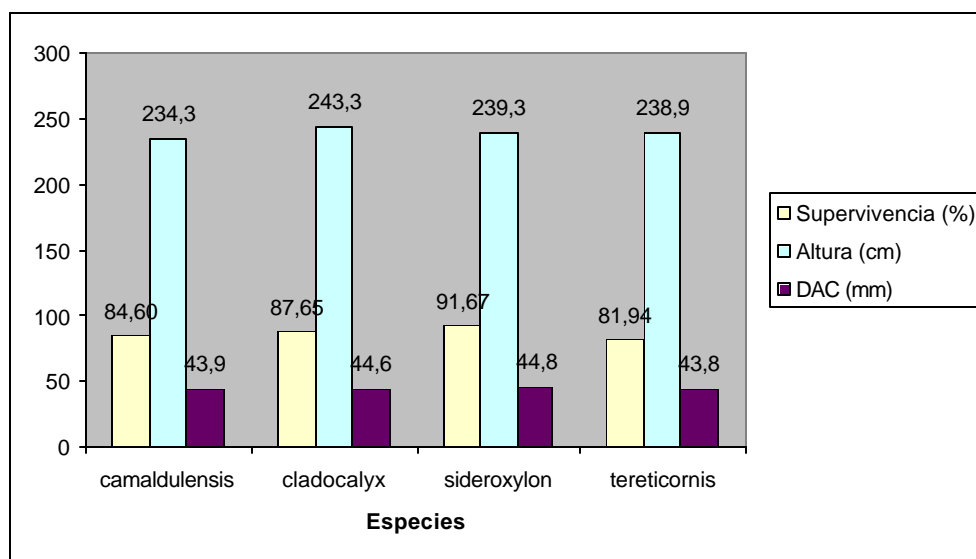


Figura 1
VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO, A LA EDAD DE TRES AÑOS, PARA CUATRO ESPECIES DE *Eucalyptus* ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO CARACAS (LOS VILOS, IV REG)

Los valores observados resultan una magnitud equivalente a los obtenidos en ensayos de progenies de *E. camaldulensis*. En efecto, para cuatro ensayos de esta especie, evaluados a la edad de 42 a 44 meses, Alvear y Gutiérrez (1995) señalan los siguientes valores de altura, DAC y supervivencia (cuadro 5)

Cuadro 5
SUPERVIVENCIA ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN CUATRO ENSAYOS DE PROGENIES DE *E. camaldulensis* EVALUADOS A LA EDAD DE 42 a 44 MESES

Variables	Ensayos			
	Mel Mel (Casablanca, V reg.)	Longotoma (La Ligua, V reg.)	Tantehue (Melipilla, RM)	La Paila (Colchagua, VI reg.)
Supervivencia (%)	83,3	93,2	96,9	78,1
Altura (cm)	338,0	328,0	659,0	257,0
DAC (mm)	58,1	52,4	-	-

Los valores de supervivencia registrados en Caracas para cuatro especies de Eucalyptus son similares a los reportados por Alvear y Gutiérrez (1995) en ensayos de progenies de *E. camaldulensis*. Las variables de crecimiento, son mayores en los ensayos reportados (*op. cit*) respecto de lo observado en Caracas. Tal diferencia obedece por una parte a la diferencia de edad de los ensayos comparados, mientras que en el caso del ensayo Tantehue su mayor desarrollo corresponde las condiciones más favorables del sitio y al origen selecto de las procedencias consideradas en su establecimiento.

Para cada una de las especies consideradas en el ensayo Caracas se observa un grado variable de diferenciación entre sus progenies. Esta situación se resume en los cuadros siguientes (cuadros 6 a 9)

Cuadro 6
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. camaldulensis* EVALUADAS A LOS TRES AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO CARACAS (LOS VILOS, IV REG)

PROGENIE	SUP(%)	ALT(cm)	DAC(mm)
41040	88,9	193,3	33,9
41041	83,3	251,7	49,8
41042	77,8	239,3	44,8
51024	83,3	275,9	50,2
51025	83,3	253,5	47,1
51032	94,4	223,2	41,6
131001	100,0	238,1	45,7
131003	83,3	250,9	49,0
131004	88,9	200,7	42,7
131005	100,0	214,6	42,1
131009	77,8	240,5	47,5
131013	77,8	218,1	45,2
131014	83,3	251,0	44,7
131019	94,4	260,8	45,9
131006A	72,2	218,9	37,0
131007A	88,9	238,7	41,5
131008A	72,2	252,1	48,7
131009A	100,0	239,4	38,8

131020A	88,9	225,5	42,5
41040A	72,2	225,8	42,2
51032A	72,2	243,7	47,7
51032B	77,8	215,4	41,5
Promedio	84,60	234,3	43,9

Cuadro 7
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. cladocalyx* EVALUADAS A LOS TRES AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO CARACAS (LOS VILOS, IV REG)

PROGENIE	SUP(%)	ALT(cm)	DAC(mm)
42005	83,3	242,3	47,5
42006	83,3	237,5	45,1
42007	88,9	242,2	47,0
42008	83,3	242,7	42,9
42009	88,9	250,8	45,9
42010	83,3	240,8	45,7
42011	94,4	236,0	39,5
42012	100,0	223,2	40,4
42013	83,3	247,7	44,9
42014	77,8	266,7	46,7
42015	83,3	247,3	43,5
42016	100,0	230,2	42,2
42017	88,9	238,9	47,2
52001	94,4	242,3	44,4
52002	77,8	268,2	49,8
52003	94,4	271,6	47,8
42005A	83,3	256,6	45,6
A 25	88,9	216,4	41,4
Promedio	87,65	243,3	44,6

Cuadro 8
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. sideroxylon* EVALUADAS A LOS TRES AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO CARACAS (LOS VILOS, IV REG)

PROGENIE	SUP(%)	ALT(cm)	DAC(mm)
43008	100,0	239,4	44,0
43009	88,9	226,4	40,9
53001	94,4	256,8	47,8
53002	88,9	206,1	41,7
53003	83,3	246,7	45,0
53004	94,4	257,8	49,2
Promedio	91,67	239,3	44,8

Cuadro 9
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. tereticornis* EVALUADAS A LOS TRES AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO CARACAS (LOS VILOS, IV REG)

PROGENIE	SUP(%)	ALT(cm)	DAC(mm)
450sp1	77,8	237,1	37,6
450sp2	72,2	235,0	43,1
450sp3	83,3	251,5	45,5
450s p4	94,4	234,3	48,5
Promedio	81,94	238,9	43,8

Ensayo Huentelauquén

En este ensayo se consideran las mismas especies que en el recientemente descrito de Caracas, pero a diferencia de aquel, en este caso se observan un comportamiento distinto de las especies ensayadas (figura 2)

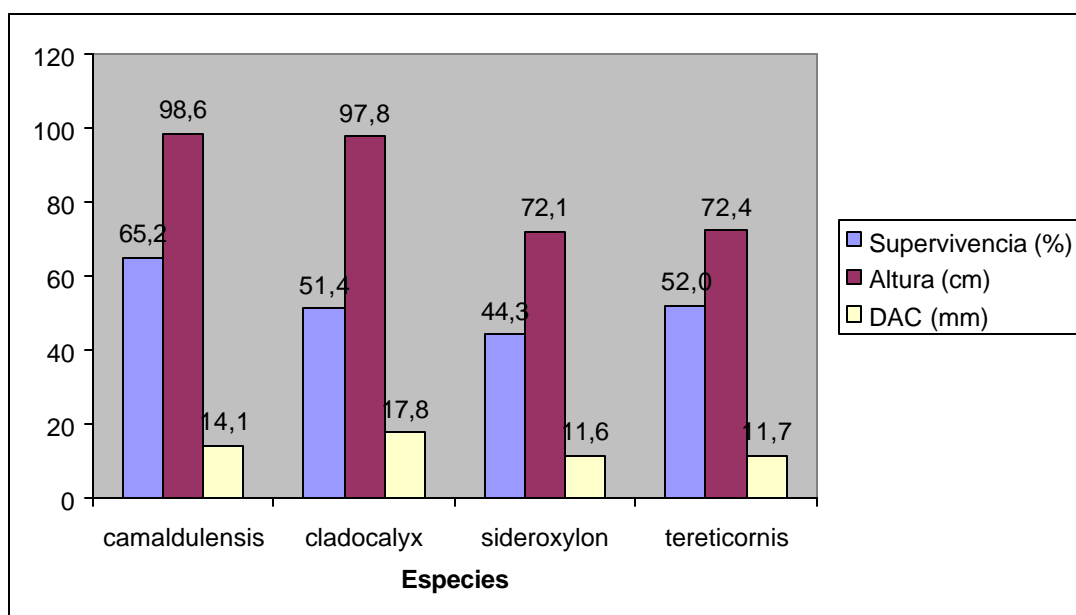


Figura 2
VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO, A LA EDAD DE DOS AÑOS, PARA CUATRO ESPECIES DE *Eucalyptus* ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO HUENTELAUQUÉN (CANELA, IV REG)

El análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de medias (Scott y Knott, alfa 0,05) indica que para la altura existen dos grupos con un desempeño estadísticamente diferente. *E. tereticornis* y *E. sideroxyylon* conforman un grupo con altura significativamente menor a la del grupo compuesto por *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*. En el caso del diámetro de cuello se observa una situación similar; *E. cladocalyx* y *E. sideroxyylon* forman el grupo de menor valor, *E. camaldulensis* un valor intermedio y *E. cladocalyx* el mayor de las cuatro especies evaluadas (cuadro 4).

La situación anterior confirma antecedentes previos respecto al adecuado desarrollo de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* respecto a otras especies alternativas para forestar en zonas áridas.

Los resultados del desempeño de las progenies a nivel de especies se resumen en los cuadros siguientes (cuadros 10 a 13).

Cuadro 10
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. camaldulensis*
EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO HUENTELAUQUÉN (CANELA, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
41040	75,0	113,7	14,9
41041	50,0	100,1	16,2
41042	72,7	76,4	11,3
51024	73,3	98,6	14,2
51025	75,0	88,3	12,4
51032	75,0	137,5	19,9
131001	63,9	79,8	12,1
131003	62,2	77,2	13,6
131004	50,0	106,0	12,5
131005	51,0	96,8	13,1
131009	69,4	92,3	13,2
131013	84,8	86,2	12,7
131014	66,7	126,4	17,8
131019	56,7	96,6	14,9
131006A	63,6	82,3	11,8
131007A	66,7	119,8	15,8
131008A	66,7	97,9	14,2
131009A	61,9	68,4	10,8
131020A	61,9	100,5	14,0
41040A	53,3	95,7	15,2
51032A	66,7	130,2	17,1
51032B	76,7	126,7	16,7
Promedio	65,2	98,6	14,1

Cuadro 11
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. cladocalyx* EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO HUENTELAUQUÉN (CANELA, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
42005	47,6	88,0	15,7
42006	53,3	114,4	19,8
42007	37,5	96,4	18,2
42008	57,6	78,6	13,9
42009	44,4	89,3	13,3
42010	43,3	98,6	16,8
42011	64,2	122,0	22,6
42012	60,6	72,5	14,9
42013	33,3	85,0	19,0
42014	71,4	100,7	15,7
42015	54,2	100,0	20,0
42016	48,5	89,8	15,6
42017	50,0	74,3	12,9
52001	39,6	102,5	17,9
52002	40,0	97,0	17,7
52003	62,1	100,6	19,3
25 CUZ CUZ	44,4	85,5	15,1
Promedio	51,4	97,8	17,8

Cuadro 12
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. sideroxylon* EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO HUENTELAUQUÉN (CANELA, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
43008	33,3	61,3	9,5
43009	46,7	82,1	15,0
53001	40,5	62,3	9,0
53002	53,8	87,6	15,8
53003	48,5	53,2	7,0
53004	41,7	75,0	10,7
Promedio	44,3	72,1	11,6

Cuadro 13
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. tereticornis* EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO HUENTELAUQUÉN (CANELA, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
450SP1	60,6	75,8	12,2
450SP2	53,3	72,0	11,1
450SP3	45,0	76,1	13,0
450SP4	58,3	52,8	8,0
Promedio	52,0	72,4	11,7

Ensayo Tunga Norte

También evidencia un distinto comportamiento de las especies ensayadas, destacándose al igual que en las unidades anteriores, el desempeño alcanzado por *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*, los cuales junto a *Corymbia maculata* alcanzan los mejores valores de altura y diámetro de cuello. Por el contrario, *E. sideroxylon* vuelve a presentar los valores más bajos en ambas variables, tal como se observó en el ensayo Huentelauquén (figura 3).

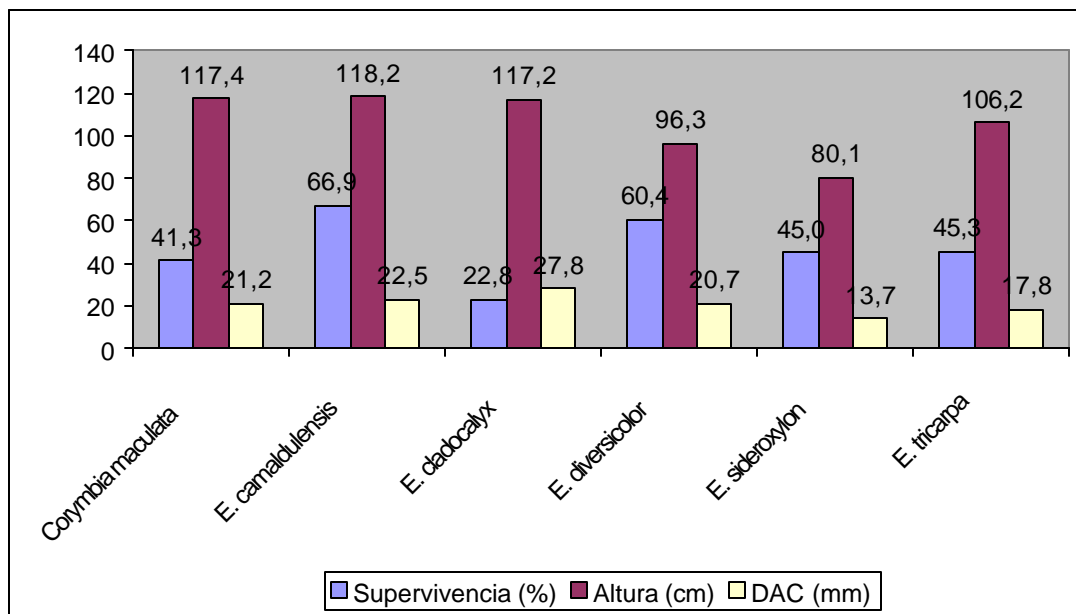


Figura 3
VALORES MEDIOS DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO, A LA EDAD DE DOS AÑOS, PARA DISTINTAS ESPECIES DE *Eucalyptus* Y *Corymbia maculata* ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

Los resultados del desempeño de las progenies a nivel de especies se resumen en los cuadros siguientes (cuadros 14 a 19).

Cuadro 14
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. camaldulensis*
EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
41040	62,5	146,9	29,7
41041	43,8	112,9	22,9
41042	43,8	82,9	15,1
51024	68,8	96,2	18,2
51025	50,0	86,9	15,3
131001	81,3	98,5	18,0
131003	68,8	104,3	20,7
131004	68,8	125,7	22,5
131005	50,0	92,1	18,5
131009	81,3	102,5	21,6
131013	75,0	128,9	26,5
131014	62,5	130,6	26,6
131019	81,3	120,7	22,2
131006A	95,0	119,3	22,2
131007A	68,8	133,5	22,7
131008A	58,3	204,3	42,3
131009A	87,5	98,9	17,7
131020-A	68,8	134,8	22,1
41040A	62,5	126,8	25,1
51032B	50,0	134,0	25,8
Promedio	66,9	118,2	22,5

Cuadro 15
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. cladocalyx*
A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
42005	0,0		
42006	18,8	106,7	22,0
42007	56,3	129,2	28,9
42008	16,7	67,5	18,5
42009	30,0	104,5	27,3
42010	25,0	168,3	35,5
42011	25,0	69,8	21,0
42012	0,0		
42013	37,5	118,3	29,3
42014	18,8	148,3	31,7
42015	25,0	75,0	24,3
42016	62,5	117,8	26,6
42017	0,0		
52001	6,3	40,0	10,0
52002	18,8	100,7	20,0
52003	43,8	149,3	37,1
25 CUZ CUZ	6,3	165,0	34,0
Promedio	22,8	117,2	27,8

Cuadro 16
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. sideroxylon*
EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
43008	12,5	82,5	15,0
43009	18,8	111,0	25,7
53001	25,0	68,0	9,3
53002	43,8	96,3	17,7
53003	6,3	45,0	11,0
53004	31,3	76,6	13,0
S1-1	50,0	68,3	11,5
S1-2	50,0	65,0	12,5
S1-3	37,5	78,3	13,0
S1-4	56,3	99,4	17,6
S2-5	31,3	59,4	13,2
S2-6	56,3	81,3	16,1
S2-7	37,5	78,3	14,8
S3-10	25,0	79,3	11,3
S3-8	62,5	94,1	18,3
S3-9	37,5	74,2	13,0
S4-11	81,3	81,6	11,7
S4-12	62,5	66,5	12,3
S5-13	50,0	104,4	16,4
S5-14	37,5	76,3	10,8
S5-15	31,3	63,0	9,0
S5-16	43,8	65,3	10,9
S5-17	50,0	87,1	15,4
S5-18	56,3	80,2	13,7
S5-19	81,3	91,2	17,8
S6-20	31,3	80,4	15,8
S6-21	50,0	52,4	7,8
S6-22	68,8	60,5	8,1
S6-23	50,0	85,4	13,3
S6-24	33,3	83,8	12,5
S6-25	43,8	71,4	12,7
S6-26	56,3	80,8	10,2
S6-27	62,5	103,1	18,7
S7-28	43,8	60,0	10,4
S7-29	31,3	102,0	16,6
S7-30	43,8	97,4	18,7
S8-31	31,3	102,4	17,6
S8-32	62,5	86,8	13,8
S8-33	56,3	66,7	12,8
S8-34	56,3	74,2	11,1
Promedio	45,0	80,1	13,7

Cuadro 17
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. diversicolor*
EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
450SP1	56,3	103,4	21,0
450SP2	62,5	79,5	17,9
450SP3	62,5	106,6	23,3
Promedio	60,4	96,3	20,7

Cuadro 18
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *E. tricarpa*
LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
T10-34	43,8	92,7	16,3
T10-35	56,3	94,4	19,0
T10-36	56,3	97,9	18,7
T10-37	62,5	128,3	19,6
T1-1	31,3	142,2	20,8
T11-38	31,3	134,0	18,8
T11-39	68,8	111,5	19,2
T11-40	43,8	126,4	22,0
T11-41	50,0	102,1	20,4
T11-42	43,8	131,0	23,3
T11-43	68,8	124,1	18,7
T11-44	62,5	156,2	24,8
T1-2	43,8	109,6	18,4
T12-45	25,0	95,0	12,3
T12-46	58,3	119,4	18,6
T12-47	43,8	72,1	10,3
T12-48	43,8	71,7	8,6
T1-3	43,8	118,9	18,0
T13-49	50,0	106,9	16,8
T13-50	43,8	61,0	11,1
T1-4	68,8	127,3	23,6
T1-5	31,3	49,8	6,4
T1-6	62,5	126,4	18,4
T1-7	43,8	115,4	20,1
T1-8	56,3	125,2	20,4
T2-10	18,8	86,7	14,7
T2-9	56,3	76,1	12,3
T3-11	50,0	85,7	13,5
T3-12	37,5	75,5	12,3
T3-13	37,5	84,5	13,2
T3-14	62,5	76,5	13,8
T3-15	56,3	123,0	22,9
T4-16	50,0	71,6	11,8
T4-17	25,0	109,8	22,3

T5-18	37,5	95,0	21,5
T5-19	31,3	123,8	21,4
T6-20	62,5	102,0	15,9
T6-21	50,0	93,1	19,1
T7-22	50,0	94,9	17,3
T7-23	31,3	71,0	9,8
T7-24	68,8	88,3	15,7
T8-25	37,5	115,8	20,7
T8-26	31,3	123,8	20,2
T8-27	6,3	35,0	5,0
T8-28	18,8	116,7	19,7
T8-29	50,0	110,5	14,8
T9-30	43,8	109,4	18,3
T9-31	37,5	140,0	24,3
T9-32	31,3	126,0	23,4
T9-33	56,3	130,8	22,3
Promedio	45,3	106,2	17,8

Cuadro 19
VALORES DE SUPERVIVENCIA, ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO EN PROGENIES DE *Corymbia maculata*
EVALUADAS A LOS DOS AÑOS DE EDAD EN EL ENSAYO TUNGA NORTE (ILLAPEL, IV REG)

PROGENIE	SUP (%)	ALT (cm)	DAC (mm)
M1-1	43,8	127,4	21,4
M1-2	33,3	122,5	28,8
M1-3	56,3	102,2	18,9
M1-4	35,0	121,1	20,0
M1-5	37,5	120,8	20,8
Promedio	41,3	117,4	21,2

A nivel de clones de *E. camaldulensis*

La sobrevivencia de los ensayos clonales fue claramente inferior a la observada en ensayos con plantas de semillas de *E. camaldulensis* (Gutiérrez y Chung, 1993). Sin embargo, esta diferencia parece obedecer a las condiciones más favorables en que se establecieron los ensayos con plantas de semilla. Al comparar la sobrevivencia del ensayo clonal Pullally (91,3%) con la reportada para un ensayo establecido en el mismo sitio con plantas obtenidas sexualmente, se obtienen resultados muy similares.

En términos de crecimiento inicial, los clones se comparan muy favorablemente con plantas obtenidas por propagación sexual. En efecto, a los 10 meses de edad los ensayos clonales presentaron una altura media de 1,2 m y un diámetro de cuello (DAC) de 13,9 mm, mientras que plantas de semilla, establecidas en un sitio equivalente al de Pullally (sector Longotoma), exhibían a los dos años de edad una altura media de 1,16 m y un DAC medio de 18 mm (Gutiérrez y Chung, 1993).

El comportamiento general de los clones representados en los ensayos, en términos de supervivencia y crecimiento inicial en DAC y altura, después de 10 meses de desempeño en terreno se resume en el Cuadro 20. Posteriormente, en los Cuadros 21 al 23 se describe el comportamiento exhibido por los clones en cada uno de los sitios ensayados.

Cuadro 20
DESEMPEÑO INICIAL DE CLONES DE *E. camaldulensis* ESTABLECIDOS EN TRES SITIOS DE LA IV Y V REGIONES DE CHILE, EVALUADO A LOS 10 MESES DE EDAD

Código clon	Nº de plantas establecidas	Nº de plantas vivas	Supervivencia (%)	DAC Promedio (mm)	Altura Promedio (m)
1	100	63	63,0	13,7	1,2
3	83	50	60,2	13,2	1,3
5	46	21	45,7	12,8	1,1
6	16	8	50,0	15,8	1,4
9	39	28	71,8	17,1	1,6
11	56	26	46,4	12,4	1,1
21	12	5	41,7	15,8	1,4
27	22	3	13,6	13,7	1,1
29	56	32	57,1	14,8	1,2
31	86	50	58,1	14,5	1,4
43	100	56	56,0	13,8	1,0
44	16	2	12,5	12,5	0,8
50	60	30	50,0	12,5	1,2
Total	692	374	54,0	13,9	1,2

Cuadro 21
DESEMPEÑO INICIAL DE CLONES DE *E. camaldulensis* ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO CUZ CUZ

Código clon	Nº de plantas establecidas	Nº de plantas vivas	Supervivencia (%)	DAC Promedio (mm)	Altura Promedio (m)
1	32	22	68,8	18,5	1,4
3	16	14	87,5	18,4	1,7
5	16	2	12,5	19,5	1,3
6	16	8	50,0	15,8	1,4
9	16	12	75,0	19,5	1,8
11	16	5	31,3	20,2	1,8
21	12	5	41,7	15,8	1,4
27	10	1	10,0	17,0	1,6
29	16	8	50,0	17,9	1,5
31	26	18	69,2	19,3	1,7
43	20	18	90,0	18,3	1,2
44	12	0	0,0
50	16	5	31,3	18,8	1,6
Total	224	118	52,7	18,4	1,5

Cuadro 22
DESEMPEÑO INICIAL DE CLONES DE *E. camaldulensis* ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO PULLALLY

Código clon	N° de plantas establecidas	N° de plantas vivas	Supervivencia (%)	DAC Promedio (mm)	Altura Promedio (m)
1	32	32	100,0	12,0	1,1
3	16	14	87,5	12,6	1,2
5	16	14	87,5	12,2	1,1
9	16	14	87,5	16,0	1,5
11	16	14	87,5	11,1	1,1
29	16	16	100,0	15,2	1,2
31	16	14	87,5	13,5	1,4
43	16	14	87,5	15,0	1,1
50	16	14	87,5	10,8	1,1
Total	160	146	91,3	13,0	1,2

Cuadro 23
DESEMPEÑO INICIAL DE CLONES DE *E. camaldulensis* ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO EL TANGUE

Código clon	N° de plantas establecidas	N° de plantas vivas	Supervivencia (%)	DAC Promedio (mm)	Altura Promedio (m)
1	36	9	25,0	9,1	0,7
3	51	22	43,1	10,3	0,9
5	14	5	35,7	11,8	0,8
9	7	2	28,6	10,0	0,8
11	24	7	29,2	9,4	0,7
27	12	2	16,7	12,0	0,8
29	24	8	33,3	11,0	0,8
31	44	18	40,9	10,6	0,9
43	64	24	37,5	10,0	0,7
44	4	2	50,0	12,5	0,8
50	28	11	39,3	11,9	0,9
Total	308	110	35,7	10,5	0,8

La mayor tasa de supervivencia (91,3%) se obtuvo en el ensayo Pullally, mientras que el mayor crecimiento se logró en el ensayo Cuz Cuz. En el ensayo de El Tangue, tanto las variables de crecimiento como la supervivencia, exhiben sus valores más bajos.

El clon con mejor desempeño promedio en los tres ensayos corresponde al N° 9, que exhibe simultáneamente los valores más altos de supervivencia, altura y DAC. A nivel de ensayos individuales se observa cierta variación; en Cuz Cuz este mismo clon vuelve a ser el más eficiente, mientras que en El Tangue su desempeño no supera al promedio del ensayo en ninguna de las tres variables evaluadas. Por su parte, en Pullally muestra los mejores valores de crecimiento, pero su supervivencia es inferior al promedio del ensayo.

El menor desempeño promedio lo exhibe el clon N° 44, el cual fue representado sólo en dos ensayos, en Cuz Cuz experimentó una mortalidad completa, mientras que en el Tangue su supervivencia y crecimiento en DAC fueron los mejores del ensayo, siendo su crecimiento en altura intermedio entre el de los restantes clones evaluados en este sitio.

CONCLUSIONES

E. camaldulensis es una especie reconocida por su capacidad de prosperar y producir cosechas aceptables en suelos relativamente pobres y con estación seca prolongada. Estas características le han permitido establecerse con éxito en zonas mediterráneas de distintas partes del mundo y estar relativamente difundida en zonas áridas de Chile.

Los resultados derivados del análisis a nivel de especies en el ensayo Caracas permiten concluir que además de *E. camaldulensis* existen otras especies que presentan el mismo desempeño en sus estadíos iniciales de desarrollo, cuando las condiciones de aridez no son tan severas.

Considerando que *E. cladocalyx*, *E. sideroxylon* y *E. tereticornis* muestran un desempeño equivalente al de *E. camaldulensis*, en zonas semiáridas con influencia costera, se puede afirmar que estas especies pueden ofrecer un potencial similar para establecer plantaciones en las zonas áridas del país que están influenciadas por esta condición.

Por el contrario, cuando las condiciones de aridez se acentúan, los resultados de los ensayos Tunga Norte y Huentelauquén indican que la mayoría de las especies evaluadas, con excepción de *E. cladocalyx* y *C. maculata*, pierden competitividad.

La evaluación de los tres ensayos anteriores permite concluir que además de *E. cladocalyx* es una especie cuyo comportamiento en zonas áridas es similar y en algunos casos superior al de *E. camaldulensis*, constituyéndose en una de las especies más adecuadas para efectuar plantaciones en estas zonas.

La variabilidad observada entre progenies de las especies anteriores ofrece la posibilidad de selección y mejoramiento genético para incrementar su productividad y desarrollar líneas de mejor adaptación y producción para condiciones locales de cultivo. Estos esfuerzos son especialmente justificados para las especies *E. camaldulensis*, *E. cladocalyx* y *C. maculata*.

En relación a los clones de *E. camaldulensis*, su desempeño en terreno, en términos de crecimiento inicial, es mejor que el observado en plantas de semillas. Sin embargo, los valores de supervivencia resultaron en general inferiores a los reportados para plantas de origen sexual.

La evaluación efectuada resulta demasiado inicial para establecer comparaciones válidas entre clones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvear, C. y Gutiérrez, B. 1995. Crecimiento hasta los 42-44 meses de edad y estimación de parámetros genéticos de 23 procedencias y 196 familias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn en cuatro sitios de la zona central de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 9(1): 23-46.
- Alcaíno, E.; Benedetti, S.; Perret, S. y Valdebenito, G. 1995. *Acacia saligna* una especie multipropósito: su potencial forrajero en la provincia de Choapa, IV región. *Revista Ciencias Forestales* 10(1):2-7
- Gutiérrez, B. y Chung, P. 1993. Crecimiento inicial de 23 procedencias y 196 familias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn en cuatro sitios de la zona central de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 7(1): 5-22.
- Gutiérrez, B. y Molina, M. 2008. Selección, multiplicación y evaluación inicial de clones de *Eucalyptus camaldulensis* para las zonas áridas y semiáridas de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 14(1).

- Serra, MT. 1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Zonas Áridas y Semiáridas N° 12. FAO-PNUMA. 347 p.
- Smith, N. 1997. Comportamiento de *Eucalyptus camaldulensis* en Longotoma, Chile. Base para el mejoramiento de la especie en la zona semiárida. En: Valdebenito, G y Benedetti, S. (editores). Forestación y Silvicultura en Zonas Áridas y Semiáridas de Chile. INFOR-CORFO. Santiago, Chile. Pp: 186-196.