

INTRODUCCION

El mercado mundial creciente de sustancias saborizantes y fragantes representa un futuro promisorio para los aceites esenciales ricos en cineol, que se obtienen de las hojas de algunas especies de eucaliptos. Los aceites esenciales con alto contenido de cineol tienen una amplia gama de usos en preparados farmacéuticos y perfumería. Se estima que las ventas mundiales de saborizantes y sustancias fragantes crecerán desde US\$ 4.650 millones a US\$ 6,850 millones (dólares americanos incl. inflación precio) en el periodo 1984 - 1990 (UNGER, L. 1986).

Los aceites esenciales a base de cineol tienen una demanda significativamente mayor, comparados con los ricos en citronelol o felandreno y piperitona (CCI, 1986). Los principales importadores de aceites esenciales de *Eucalyptus* son Francia, Estados Unidos de N.A., República Federal de Alemania y el Reino Unido, totalizando un consumo aparente anual de alrededor de 34.000 ton/año. De esta cantidad 1.300 toneladas corresponde a aceite de *Eucalyptus*. Estos datos corresponden al año 1981 - 82 (CCI, 1986). En el trienio 1976 - 77 las importaciones de aceites de *Eucalyptus* de los principales países compradores fue de 2.000 ton/año (SMALL, 1981).

En Chile la producción comercial de aceites de eucalipto (*Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*) comenzó a principios de la presente década lográndose la exportación por un valor de US\$ 342.000 (c.i.f.) en 1986 (CIDERE, 1986) y de US\$ 700.000 (f.o.b) en 1987 (Banco Central de Chile, 1988).

Estimaciones preliminares de CONAF (1984) indican que una hectárea de un bosque de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* en edad de explotación produce alrededor de 10.000 kg de hojas verdes. En experiencias efectuadas por CONAF, (1984) se obtuvieron 800 gr de aceite (60 - 68% cont. cineol) a partir de 75 kg de hojas verdes, concordando con el contenido de alrededor de 1% de aceite en la hoja verde que señala la literatura especializada (POYNTON R.J, 1979).

Estos antecedentes apuntan hacia el problema del abastecimiento de materia prima, al usar los desechos de una

explotación forestal, debido a la necesidad de contar con una superficie muy grande de bosques en explotación, para una producción de aceite a escala comercial. Esta producción se encuentra limitada por la dependencia de las superficies fluctuantes en explotación y el aumento en los costos de producción debido a la recolección y traslado de hojas.

Este problema de abastecimiento de materia prima motivó la experimentación de producción de biomasa (hojas principalmente) a partir de ejemplares jóvenes en plantaciones de alta densidad (alto número de árboles por hectárea) usando especies de eucaliptos productores de aceite.

En Brasil se obtiene la materia prima de árboles a partir de los tres años de crecimiento (CCI, 1986). En Sudáfrica se realizó una experiencia piloto con las especies *Eucalyptus dives* var "C". *Eucalyptus radiata* var australiana y *Eucalyptus polybractea* usando material genético seleccionado. El establecimiento se efectuó en suelo agrícola con una preparación intensiva del suelo y cuidados posteriores y con instalaciones de riego por goteo. Razones de costo impidieron lograr una meta de producción de 1.000 l cineol/ha a corta edad. Con este objeto se continuó trabajando en propagación vegetativa de los ejemplares de mayor producción de *Eucalyptus radiata* var australiana, después de un año de edad, (DONALD D.G.M, 1981)

De acuerdo a los antecedentes anteriormente expuestos y a las condiciones favorables de clima y suelo para el cultivo de especies del género *Eucalyptus* en algunos sitios de la zona central, se considera de gran interés investigar la factibilidad técnica y económica para establecer plantaciones de *Eucalyptus* con la meta de producir aceite. Para satisfacer este objetivo central se requiere alcanzar algunas metas parciales a través de la experiencia presente y que son:

- a) La adaptación de especies seleccionadas en sitios representativos de la zona central.
- b) Producción de la biomasa en los primeros años después de la plantación.

- c) Aportar antecedentes preliminares para obtener los ciclos de corta de las plantaciones.
- d) Estimación del rendimiento y de la calidad del aceite en los primeros años para las especies ensayadas.
- e) Estimación preliminar de ingresos brutos y netos por hectárea.

METODOLOGIA

- Selección de sitios

Se seleccionaron tres lugares representativos de la zona central, en el secano interior y se ubican cerca de las ciudades siguientes: Quillota, Casablanca y Cauquenes. Estos ensayos se sitúan en las unidades edafoclimáticas homogéneas de : Santiago, Rapel, Talca y Chillán, respectivamente (INFOR - Universidad de Chile, 1979).

El clima que afecta estos lugares es Mediterráneo Árido, Mediterráneo Subhúmedo y Mediterráneo Húmedo respectivamente. Los dos primeros se caracterizan por una temperatura media anual de 15,0 y 14,5 ° C respectivamente, la humedad relativa media anual es de 67 y 75 % respectivamente, la precipitación anual es de 350 mm en la región Mediterránea Semiárida. En la región Subhúmeda la precipitación anual es de 500 a 700 mm (en Casablanca es de 400 mm). El período seco es de 9 a 7 meses respectivamente. El clima de la región Mediterránea Húmeda tiene una temperatura media anual de 14,5°C, una humedad relativa de 69% y una precipitación que varía entre 700 y 1.110 mm por año (DI CASTRI, 1975)

- Selección de Especies y Producción de Plantas.

Las especies seleccionadas para los ensayos se anota en el Cuadro 1.

Se anota en dicho cuadro el contenido de aceites esenciales según fuente bibliográfica. Las especies **Eucalyptus sideroxylon** y **Eucalyptus dives** var "C" se establecieron solamente en el ensayo Quillota.

Las plantas se produjeron a partir de semillas importadas desde Australia y fueron proveídas por la División Forestal de CSIRO.

La producción de plantas se inició en la primavera de 1985. El método de producción fue el tradicional de almácigos que posteriormente se repicaron al cepellón (maceta plástica).

;

- **Diseño Experimental**

Cada ensayo se estableció usando un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones, cada una compuesta por 16 plantas, a excepción de la parcela de **Eucalyptus leucoxylon** en Cauquenes, en que se establecieron 14 plantas por repetición. La especie **Eucalyptus dives** var. "C" se plantó con solamente dos repeticiones, debido a la escasez de plantas disponibles.

CUADRO 1
ESPECIES SELECCIONADAS

ESPECIE	% Cont.aceite en hojas		% cineol en aceite
	Base hojas verdes	Base hojas secas al aire (1)	
<i>Eucalyptus dives</i>	3,5		(2)
<i>Eucalyptus dives</i> var. "C"	3,5	3,0 - 4,0	70 - 75
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp g.	1,0	0,75- 1,25	60 - 70
<i>Eucalyptus leucoxylon</i>	2,0	1,5 - 2,5	70 - 75
<i>Eucalyptus polybractea</i>	2,0	1,5 - 2,5	80 - 90
<i>Eucalyptus radiata</i>	3,0	3,0 - 3,5	70 - 75
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	2,0	1,5 - 2,5	70 - 75
<i>Eucalyptus smithii</i>	2,0	1,14- 2,2	70 - 80

FUENTE: SMALL, 1977. PENFOLD and WILLIS, 1961. POYNTON 1979.

(1) : Peso seco al aire es aprox. la mitad del peso fresco.

(2) : Cont. felandreno 20-30 % y piperitona 40-50% (cit. en SMALL, 1981)

- Plantación y Cuidados Posteriores

La plantación se efectuó en Mayo de 1986

En los ensayos de Quillota y Casablanca se realizó una preparación de suelo con surcos a nivel distanciados 1 m entre sí. En el ensayo de Cauquenes se plantó en casillas de 30 cm x 30 cm x 30 cm provistas de dos pequeñas zanjias en diagonal en la parte superior de la pendiente, de modo que sirvieran de colectores de aguas lluvias.

Cada área de ensayo fue cerrada con cerco y previamente limpiada de la vegetación arbórea y arbustiva. Las plantas se plantaron en espaciamiento 1 m x 1 m. Transcurrido un mes se revisó el prendimiento, haciendo los replantes necesarios. En el lugar de ensayo Quillota se aplicó de 3 litros por planta en el momento de la plantación. En la primavera después de la plantación (Septiembre 1986) se

aplicó herbicida para el control de la maleza. Se utilizó Round-up en dosis de 2 l/ha.

Se aplicaron riegos (cada uno de 3 l/planta) en las fechas siguientes:

Ensayo Quillota y Casablanca: Octubre 1986, Febrero y Abril 1987.

Ensayo Cauquenes : Agosto 1986 y Enero 1987.

- Estimación y Crecimiento

En Abril de 1987, Octubre 1987 y en Abril de 1988, vale decir a la edad de 1 año, 1,5 años y 2 años, respectivamente, se efectuó una medición de los árboles. Se midieron los parámetros altura total, con regla graduada y diámetro del tallo a nivel de la superficie del suelo (diámetro basal o diámetro del cuello). Esta medición se efectuó con piedómetro. Para cada parcela se calcularon estos parámetros promedios, determinando además la supervivencia, de acuerdo a los ejemplares vivos. Con el diámetro basal y la altura se calculó el "índice de crecimiento" que es un estimador de la biomasa y₂ comprende el diámetro basal al cuadrado por la altura (D^2H). Para cada parcela se calculó la suma del índice de crecimiento. Este se expresó por parcela y por hectárea. En consideración a que este índice se calculó por cada árbol vivo, lleva implícito la supervivencia. En el ensayo de Quillota la estimación de crecimiento a la edad de 1,5 y 2 años, se estimó en base a tres de las cuatro repeticiones por especie, puesto que la cuarta parcela se cortó al primer año con el objeto de medir la biomasa.

A la edad de dos años se aplicó un análisis de varianza entre los índices de crecimiento de cada lugar. Se midieron además los rebrotes de una parcela por especie cortada a la edad de 1 año. Esta medición se efectuó un año después de la corta.

- **Estimación Producción de Biomasa y Aceite.**

En el ensayo de Quillota se efectuaron cortas de árboles a fin de obtener datos de producción de biomasa (peso materia verde por ejemplar). Previamente se midieron los parámetros altura y diámetro basal por árbol. Se cortaron ejemplares de cada especie, excepto de *Eucalyptus dives* var "C". Las cortas efectuadas fueron las siguientes:

- a) Corta de una parcela por especie a la edad 1 año (en Abril de 1987).
- b) Corta del rebrote de 1 año de la misma parcela al 2° año. Se cortaron los árboles correspondientes a la mitad de la parcela (en Abril de 1988).
- c) Corta de ejemplares de una segunda parcela a la edad de 2 años (en Abril de 1988).

Para cada caso de estimó una regresión lineal, relacionando la producción de biomasa (gr materia verde por árbol) en función del índice de crecimiento (D^2H).

A partir de esta relación se estimó la producción de biomasa por parcela y por extensión a una hectárea. Esta última estimación se efectuó en base a los parámetros medios de los árboles en las parcelas considera en la estimación del crecimiento, multiplicando la producción media por el número de árboles sobrevivientes referidos a la parcela o a una hectárea.

Del material obtenido de la corta (hojas) de los ejemplares de uno y de dos años de edad, se extrajeron 3 submuestras (de 600 gr cada una) para analizar el contenido de aceite y de cineol contenido en éste. El análisis del contenido de aceite se efectuó por arrastre de vapor y fue realizado por la Empresa Esencias y Terpenos Araucaria (ETA) de Valparaíso, para el material de un año de edad y en CIDERE para las muestras de dos años. El análisis del contenido de cineol fue realizado por ETA en ambas oportunidades.

El contenido de aceite de la biomasa total, se ponderó en base a la proporción de hojas de dicho total, de acuerdo al material cortado de la respectiva parcela. Al ponderar la biomasa por el contenido de aceite, se estimó la producción de éste por parcela y por hectárea.

RESULTADOS

- Crecimiento

El crecimiento de las especies en cada uno de los tres lugares de ensayo, se muestra en los Cuadros 2, 3 , 4 para los lugares de Quillota, Casablanca y Cauquenes, respectivamente. Se observa que *Eucalyptus globulus* sps *globulus* presenta los mejores resultados en los tres ensayos, con una altura de sobre 3,0 m en Quillota, lugar de los mejores resultados

Los parámetros diámetro y altura son los promedios y el índice de crecimiento (o índice de biomasa) es la suma de una parcela promedio.

En la última columna de estos cuadros se anota la significancia estadística entre los crecimientos de las especies a la edad de 2 años, en base al índice de crecimiento promedio por parcela. Se observa que en el ensayo Quillota, el crecimiento de *Eucalyptus globulus* es significativamente mayor al de toda los demás especies. En los otros dos ensayos esta especie comparte el mayor crecimiento con *Eucalyptus smithii*.

CUADRO 2
CRECIMIENTO EN EL ENSAYO QUILLOTA

ESPECIE	EDAD 1 AÑO				EDAD 1.5 AÑOS				EDAD 2 AÑOS				Test de Duncan 95 y 99%
	Superv.	D.	H.	Índice	Superv.	D.	H.	Índice	Superv.	D.	H.	Índice	
	%	Diam.	Altura	Crec.	%	Diam.	Altura	Crec.	%	Diam.	Altura	Crec.	
		Basal		$\frac{D \cdot H}{3}$		Basal		$\frac{D \cdot H}{3}$		Basal		$\frac{D \cdot H}{3}$	
		cm.	m	cm		cm	m	cm		cm	m	cm	(1)
E. globulus ssp g	92	1,7	1,44	8.186	92	3,2	2,39	44.095	88	5,2	3,10	136.602	a
E. smithii	97	1,4	1,13	4.725	96	2,6	1,83	22.208	90	3,9	2,41	54.121	b
E. leucoxydon	97	1,3	1,06	3.680	96	1,5	1,33	5.422	90	3,0	1,66	23.538	b
E. polybractea	99	1,1	0,82	1.992	98	1,3	1,15	3.482	98	2,6	1,19	14.846	b
E. sideroxydon	91	1,1	0,90	2.101	88	1,3	1,21	3.681	88	2,6	1,41	15.808	b
E. dives.	92	1,0	0,62	1.240	88	1,5	0,95	3.628	56	2,8	1,19	10.325	b
E. radiata	93	0,9	0,55	829	92	1,5	0,86	2.545	27	2,6	1,23	3.813	b
E. dives var "C"	88	0,7	0,62	591	75	0,9	0,87	1.226	34	1,7	0,90	3.686	b

(1) Comparación índices de crecimiento año 2. Igual letra significa igual significación estadística.

CUADRO 3
CRECIMIENTO EN EL ENSAYO CASABLANCA

ESPECIE	EDAD 1 AÑO				EDAD 2 AÑOS				Test de Duncan 95 y 99%
	Superv.	D.	H.	Índice	Superv.	D.	H.	Índice	
	%	Diam.	Altura	Crec.	%	Diam.	Altura	Crec.	
		Basal		$\frac{D \cdot H}{3}$		Basal		$\frac{D \cdot H}{3}$	
		cm.	m	cm		cm	m	cm	(1)
E. globulus ssp g	94	1,1	1,08	2.598	91	2,6	2,04	21.927	a
E. smithii	98	1,0	0,95	1.685	92	2,3	1,84	17.564	a
E. leucoxydon	84	0,8	0,73	666	64	1,4	0,73	1.783	b
E. polybractea	87	0,5	0,48	234	63	0,9	0,61	891	b
E. dives var "C"	81	0,7	0,48	410	44	1,3	0,62	867	b
E. radiata	80	0,7	0,43	397	42	1,3	0,68	1.460	b

(1) Comparación índices de crecimiento año 2. Igual letra significa igual significación estadística.

CUADRO 4
CRECIMIENTO EN EL ENSAYO CAUQUENES

ESPECIE	EDAD 1 AÑO				EDAD 2 AÑOS				Test de Duncan 95 y 99% (1)
	S.	D.	H.	Indice	S.	D.	H.	D H	
	Superv.	Diam.	Altura	Crec.	Superv.	Diam.	Altura	Indice	
	%	Basal		$D^2 H$ cm ³	%	Basal		Crec. $D^2 H$ cm ³	
		cm.	m	cm		cm	m	cm	
E. globulus ssp g	56	1.4	0.86	1.665	39	3.8	1.70	15.341	a
E. smithii	25	1.4	1.02	1.002	22	3.7	1.70	9.052	a
E. leucoxylon	73	0.9	0.78	1.159	44	1.7	0.78	3.010	b
E. polybractea	45	0.8	0.66	304	41	1.8	0.77	2.545	b
E. dives.	66	0.9	0.65	616	2	3.9	1.57	239	b
E. radiata	42	1.0	0.56	485	9	2.3	1.05	1.146	b

(1) Comparación índices de crecimiento año 2. Igual letra agrupa resultados con igual significación estadística.

- Producción de Biomasa y Aceite

Las regresiones de biomasa (peso/árbol) en función del índice de crecimiento ($D^2 H$) para las edades 1 año, 2 años y para los rebrotes de 1 año de edad producidos del tallo madre de 1 año, se muestran en el Cuadro 5. Es importante destacar que los resultados del 2° año están afectados por una fuerte deshidratación de las plantas, existiendo ejemplares con hojas secas. Existe por lo tanto una fuerte subestimación del peso en materia verde. Este hecho puede explicar la baja correlación en las regresiones de *Eucalyptus smithii*, *Eucalyptus polybractea* y *Eucalyptus sideroxylon*.

CUADRO 5

REGRESIONES DE BIOMASA (ENSAYO QUILLOTA)

a) Edad 1 año (primer corte año 1987)

			r	E.S.	N° de Obs.
E. globulus ssp g:	Ln P = 1,0515+0,8097	Ln D ² H	0,93	3,199	13
E. smithii :	P = 3,303 +0,9216	D ² H	0,92	3,908	16
E. leucoxylon :	P = 88,66 +0,445	D ² H	0,80	9,424	14
E. polybractea :	Ln P = -0,083 +0,9408	Ln D ² H	0,89	2,109	16
E. sideroxylon :	Ln P = 1,55 +0,547	Ln D ² H	0,82	450	14
E. dives :	P = 25,25 +0,318	D ² H	0,71	299	15
E. radiata :	P = 5,44 +1,112	D ² H	0,90	227	15

b) Edad 2 años (primer corte año 1988)

E. globulus ssp g:	P = 996 +0,20	D ² H	0,84	725,28	15
E. smithii :	Ln P = 1,1788+0,6831	Ln D ² H	0,62	0,78	15
E. leucoxylon :	P = -90,44 +0,40	D ² H	0,95	123,384	13
E. polybractea :	P = 126,43 +0,24	D ² H	0,59	117,56	16
E. sideroxylon :	Ln P = 0,18+0,74	Ln D ² H	0,61	0,65	15
E. dives :	P = -17,22 +0,18	D ² H	0,88	25,41	6
E. radiata :	P = -141,24+0,37	D ² H	0,92	107,65	15

c) Retoños de 1 año de edad (sobre patrones de 1 año).

E. globulus ssp g:	P = -202,62+0,42	D ² H	0,88	216,28	7
E. smithii :	Ln P = -4,6366+1,3716	Ln D ² H	0,89	0,575	8
E. leucoxylon :	P = 23,87 +0,20	D ² H	0,95	50,19	8
E. polybractea :	P = 75,84+0,17	D ² H	0,71	91,10	8
E. sideroxylon :	Ln P = 0,08+1,001	Ln D ² H	0,79	0,40	7
E. dives :	Ln P = -5,47+1,72	Ln D ² H	0,83	0,54	7
E. radiata :	Ln P = -9,28+2,34	Ln D ² H	0,85	0,62	7

En que:

Ln	=	logaritmo base e
P	=	materia verde (gr) por árbol
D	=	diámetro basal del tallo o fuste del árbol (cm)
H	=	altura del árbol (cm)
D ² H	=	índice de crecimiento o de biomasa (cm ³)

La producción estimada de biomasa (materia verde) y de aceite (kg) por hectárea a la edad de 1 año se muestra en el Cuadro 6 (lado izquierdo "primer corte"). La última columna muestra el ingreso bruto para un precio de venta en el país de US\$ 4/kg de aceite de 60% cineol. Se supone una variación del precio en forma proporcional lineal para contenidos diferentes de cineol. Se observa que *Eucalyptus ssp globulus*, *Eucalyptus smithii* y *Eucalyptus leucoxylon* presentan la mayor producción al primer año, lo que se debe a la alta producción de materia verde de *Eucalyptus globulus* y del alto contenido de aceite de las otras dos especies. Es interesante observar como la calidad del aceite (contenido cineol) influye con el ingreso bruto, especialmente en el caso de *Eucalyptus leucoxylon*. El lado derecho del cuadro muestra los datos de producción e ingreso del segundo corte al segundo año (retoños de un año de edad). En este caso los datos de la regresión de biomasa se aplicaron a una sola parcela de crecimiento, y por esta razón la representatividad es limitada y el resultado tiene el carácter de preliminar. Es interesante destacar el vigor de la rebrotación de *Eucalyptus globulus*, duplicando el crecimiento del primer año. *Eucalyptus polybractea* presenta buen retoño en comparación al crecimiento del primer año.

A la edad de dos años se cortó por primera vez otra parcela de la que se obtuvieron antecedentes de producción de materia verde. De las relaciones materia verde en función del índice de crecimiento (D^2H) aplicadas en tres parcelas, se obtuvieron los resultados siguientes de producción de materia verde, aceite e ingresos brutos (Cuadro 7). Se puede observar la alta producción de *Eucalyptus globulus ssp globulus*. Al comparar estas producciones con el cuadro anterior, se desprende que en general la producción acumulada al segundo año es mayor que la suma de los cortes al primer año con el segundo año (comparación con Cuadro 6).

CUADRO 6

PRODUCCION DE BIOMASA Y ACEITE
ESTIMACION PRODUCCION 1er CORTE AL 1er AÑO Y 2° CORTE AL 2° AÑO

ESPECIE	Primer Corte Edad un Año				
	Biomasa materia verde	Cont. Aceite %	Cineol en aceite %	Produc. aceite kg/ha	Ingreso Bruto US\$/ha
E.globulus ssp globulus	3.922	0,83	57,1	33	126
Eucalyptus smithii	2.286	1,50	78,2	34	177
Eucalyptus leucoxylon	1.740	1,58	78,6	27	141
Eucalyptus polybractea	733	0,87	89,7	6	36
Eucalyptus sideroxylon	581	1,17	71,9	7	34
Eucalyptus dives	446	2,92	8,1	13	7
Eucalyptus radiata	511	2,58	52,3	13	45
ESPECIE	Segundo Corte al 2° año (Retoños de 1 año)				
	Biomasa materia verde	Cont. Aceite %	Cineol en aceite %	Produc. aceite kg/ha	Ingreso Bruto US\$/ha
E.globulus ssp globulus	6.511	0,90	53,9	59	212
Eucalyptus smithii	1.630	2,30	79,1	37	195
Eucalyptus leucoxylon	1.330	1,15	70,6	15	71
Eucalyptus polybractea	1.930	0,70	87,3	14	81
Eucalyptus sideroxylon	830	1,10	66,1	9	40
Eucalyptus dives	714	2,40	5,0	17	6
Eucalyptus radiata	127	3,40	42,3	4	12

CUADRO 7

ESTIMACION PRODUCCION DE BIOMASA Y DE ACEITE
E INGRESOS BRUTOS POR ESPECIE
ENSAYO QUILLOTA EDAD 2 AÑOS (PRIMER CORTE)

ESPECIE	Primer Corte Edad 2 Años				
	Biomasa materia verde kg/ha	Cont. Aceite %	Cineol en aceite %	Produc. aceite kg/ha	Ingreso Bruto US\$/ha
<i>E.globulus ssp globulus</i>	24.548	1,42	65,9	348	1.527
<i>Eucalyptus smithii</i>	9.118	1,70	71,7	155	741
<i>Eucalyptus leucoxylon</i>	4.407	1,06	68,8	47	216
<i>Eucalyptus polybractea</i>	3.166	1,36	92,0	43	264
<i>Eucalyptus sideroxylon</i>	1.722	0,57	72,2	10	48
<i>Eucalyptus dives</i>	983	2,70	12,0	27	22
<i>Eucalyptus radiata</i>	451	0,65	53,8	3	11
<i>Eucalyptus dives var "C"</i>	(1)	6,6	38,4	(1)	(1)

(1) No se determinó

DISCUSION

- Crecimiento

En el crecimiento se observan importantes diferencias entre los lugares de ensayo. Esto es especialmente notorio para las especies de mayor crecimiento, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus smithii*. El índice de crecimiento de *Eucalyptus globulus* es casi nueve veces mayor en el ensayo de Quillota comparado con el de Cauquenes. Estas grandes diferencias, atribuible al sitio se deben a condiciones locales de suelo y métodos de plantación. En el ensayo de Cauquenes se plantó en casilla, mientras que en el de Quillota se efectuó una preparación con surco. Las especies del género *Eucalyptus* presentan una respuesta favorable a la preparación intensiva del suelo (SCHONAU et al, 1981, BODEN D.I., 1984). En un ensayo de métodos de plantación con

Eucalyptus globulus ssp globulus establecido en 1984, en la zona de Casablanca se demostró que los tratamientos al suelo inciden significativamente en el desarrollo inicial de las plantas (PRADO y ROJAS, 1987). El resultado a los dos años de edad indicó que el tratamiento del suelo en surco fue tres veces superior al en hoyo tradicional. En todo caso, el crecimiento en el ensayo de Quillota puede catalogarse como excepcional, siendo influenciado por las condiciones climáticas muy favorables de esa zona.

- Producción de Biomasa y Aceite

La producción de Biomasa (materia verde) y aceite de **Eucalyptus globulus ssp globulus** en Quillota puede considerarse como muy buena, y refleja el crecimiento excepcional. Los resultados de esta experiencia muestran que la producción de materia verde por árbol a los dos años es de 2,7 kg. En la experiencia recogida de Sud Africa (DONALD, 1981), el mayor rendimiento de un árbol plus fue de 4,5 kg de hojas (secas al aire) en **Eucalyptus radiata** a los 18 meses de edad (retoños).

El peso de las hojas incide alrededor del 70% de la materia verde total (CIDERE, 1988). Si se asume que el peso seco al aire es un 50% del peso verde, la producción media de **Eucalyptus globulus** de la experiencia en Quillota es de 0,9 kg hojas/secas al aire por árbol. Cabe hacer notar que la experiencia Sudafricana se realizó con técnicas muy intensivas (suelos agrícolas planos, fertilización, riego por goteo). Una experiencia con **Eucalyptus polybractea** en Catamarca, Argentina, dio una producción de 600 gr de hojas verdes y 13 gr. de esencia al primer año. En ejemplares de dos años (no cosechados con anterioridad) se obtuvo 77 gr de aceite por planta (MIZRAHIZ, et al 1983). Haciendo las transformaciones correspondientes, en la experiencia de Quillota se obtuvieron 298 gr de hojas verdes por planta al primer año y de 39 gr aceite por planta al segundo año.

No obstante estas diferencias en desmedro de la experiencia de Quillota, existe un gran potencial de producción, al elegir mejores suelos y aplicar técnicas intensivas de establecimiento.

Eucalyptus smithii es la otra especie de mayor interés, debido al buen crecimiento y alto contenido de aceite. La estimación de producción de biomasa verde al segundo año puede considerarse como subestimada, debido a la deshidratación general de la muestra y ejemplares usos. Si se estima la producción en Octubre 1987 (edad 1,5 años) con la regresión a la edad 1 año, se obtendría una producción de 12.650 kg/ha, que es superior a la obtenida a la edad de dos años. No obstante cabe hacer notar que la aplicación de la regresión calculada a la edad 1 puede no ser valedera, debido al crecimiento experimentado en el período 1 a 1,5 años. Por otra parte cabe hacer notar que la regresión para la edad 2 años es de baja correlación.

Los resultados obtenidos en este ensayo están indicando que se obtiene mayor producción en la primera cosecha al 2 año, en lugar de la suma de las dos cosechas consecutivas al año 1 y 2.

Al aplicar las ecuaciones de biomasa de Quillota en los ensayos de Casablanca y Cauquenes, y al referir los resultados a una hectárea, los mayores ingresos brutos están dados por **Eucalyptus smithii**.

- Ingresos Brutos y Netos

A continuación se estiman los costos de operación para la producción de aceite de **Eucalyptus globulus** y **Eucalyptus smithii**.

a) Costo de Establecimiento	\$/ha	E.globulus	E. smithii
Planta: \$ 10/planta x 10.000 plantas	100.000.-		
Roce	3.500.-		
Cercado (cerco 4 hebras)	8.300.-		
Plantación con arado	22.000.-		
Riego establecimiento	25.000.-		
Control maleza	10.000.-		
Asesoría Profesional	1.800.-		
Gastos Generales	5.000.-		
Total Capitalizado en 2 años (12% int./año)		220.273	220.273
b) Riegos al 1er verano	75.000.-		
Capitalizado en 1er año (12% int.)		84.000	84.000
c) Cosecha y transporte Mat. verde	30.000 (1)	30.000	30.000
d) Procesamiento de hoja \$ 250/100 kg Mat. verde (1) 24.548 kg/Eucalyptus globulus 9.118 kg/Eucalyptus smithii		61.250	22.795
Costo Operación		395.523 US\$ 1.582	357.068 US\$ 1.428

(1) Costo referencial aprox.

Al comparar estos costos con los ingresos brutos de la primera cosecha al 2º año, se puede observar que los costos de establecimiento y de operación para producción de aceite, prácticamente se pagan a esa edad (2º año). Para *Eucalyptus smithii* se debiera pagar al 3º año, en consideración a distorsiones y estimaciones que están afectando la producción de biomasa.

De este somero análisis se puede deducir que la primera cosecha puede planificarse para alrededor del tercer año después de la plantación.

Quedan aún muchas interrogantes, tales como los ciclos de corta futuros y número de cortas sucesivas que soportará el mismo tocón, etc.

CONCLUSIONES

- **Eucalyptus globulus ssp globulus** y **Eucalyptus smithii** son especies que ofrecen una alternativa interesante en el establecimiento de plantaciones de alta densidad para producir aceites esenciales en la zona central.
- La especie de mayor producción entre las 8 ensayadas en la zona de Quillota es **Eucalyptus globulus ssp globulus** con una producción de 348 kg/ha (39 gr/árbol) aceite a los dos años de edad (sobre 60% de cineol).
- La alta producción de **Eucalyptus globulus ssp globulus** obtenida gracias a las excelentes condiciones climáticas de Quillota y la preparación del suelo (surco, control de competencia y riegos) puede ser aumentada con la elección de un mejor suelo y cuidados culturales más intensivos, similares a un cultivo agrícola.
- Estableciendo **Eucalyptus globulus ssp globulus** con fines de producción de aceites esenciales, se pueden obtener ingresos netos positivos (en base a costos de operación) a partir del 2º año, contadas desde el año de la plantación con **Eucalyptus smithii**, pueden obtenerse al tercer año.
- Las especies **Eucalyptus globulus ssp globulus** y **Eucalyptus polybractea** presentaron una mayor capacidad de retoñación al 2º año, comparado con el crecimiento del año anterior. La retoñación vigorosa a tan temprana edad, supone la adaptación de estas especies al modelo de explotación para obtener aceites esenciales.

BIBLIOGRAFIA

1. BANCO CENTRAL DE CHILE, 1988. Microfichas Estadísticas Exportación de Aceites Esenciales.
2. BODEN D.I., 1984. Early Responses to different methods of site preparation for three commercial species. In Proc. IUFRO Symposium on site and productivity of fast growing plantations. Pretoria an Pietermaritzburg, South Africa p. 565 - 578.
3. CCI (Centro de Comercio Internacional) UNCTAD/GATT 1986. Aceites Esenciales y Oleoresinosas. Estudio de distintos Productores y de Mercados Importantes, Ginebra, Suiza, 222 págs.
4. CIDERE V Región (Corporación Industrial para el Desarrollo Regional de la V Región) 1986: Memoria Anual. Valparaíso, 1986.
5. CIDERE V Región 1988. Informe Avance N° 1. Proyecto Optimización Plantaciones Eucalyptus Oleosos. Informe para CORFO, Valparaíso, 30 p.
6. CONAF (Corporación Nacional Forestal) 1984. Obtención de Aceites Esenciales de Eucalyptus globulus. Bol. Téc. N° 12, Santiago 20 p.
7. DI CASTRI, 1975. Esbozo Ecológico de Chile, Santiago, Chile. Ministerio de Educación, Centro de Perfeccionamiento Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. 64 p.
8. DONALD D.G.M., 1981. The Production of Cienole from Eucalyptus: A Preliminary Report. South Africa Forestry Journal N° 114, Sept. 1981 pp. 64 - 67.
9. INFOR - U. DE CHILE (Instituto Forestal - Universidad de Chile) 1979. Areas cubiertas con ensayos de introducción de especies y ubicación de nuevas experiencias. Informe de Proyecto CONAF/PNUD/FAO. Santiago 91 p., apéndices, anexos y mapas.
10. MIZRAHIZ I., COLLURA A., JUAREZ M., LAFOURCADE H., EVECHOSA M.A., 1983. Resultados de Ensayos efectuados por el INTA en Sumalo, Catamarca con algunas Especies Aromáticas. Actas Tercer Congreso Nacional de Recursos Naturales. Aromáticas y

Naturales S.A.I.P.A. Soc. Argentina p.l. Investig. de Product. Aromatics pp 46 - 71.

11. PENFOLD A.R. and WILLIS J.L., 1961. The Eucalyptus World Crops Series Vol II. Leonard Hill Ltda. London. 551 p. (cit. en Donald 1981).
12. POYNTON, R.J. 1979. Tree Planting in Southern Africa Vol 2. The Eucalyptus. Pretoria, South Africa Forestry Research Institute, Dpt. Of. Forestry. 882 p.
13. PRADO J.A. y ROJAS P. 1987. Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus*, en la zona semiárida de Chile, Ciencia e Investigación Forestal 1 (1) 17 - 27 INFOR, Santiago.
14. SCHONAU A.P.G, VERLOPEN V. THEMAAT R. and BODEN D.I. 1981. The importance of complete site preparation, and fertilizing in the establishment of *Eucalyptus grandis*. S. African For. J. 116: 1 - 10.
15. SMALL, B.E.J. 1977. Assessing the Australia Eucalyptus Oil Industry. Forest and Timber 13. 13 - 16.
16. SMALL, B.E.J. 1981. The Australian Eucalyptus Oil Industry - an overview. Aust. For. 1981, 44 (3) 170 - 177.
17. UNGER, L. 1986. Worldwide Merchant Sales of Flavors and Fragrances, 1984 - 1990. Perfumer and Flavorist Vol 11 April/May 1986 pp 66 - 72.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación se realizó en el proyecto "Evaluación de Plantaciones de Eucalyptus oleosos para producción de cineol - Exportación", coordinado por la Corporación de Fomento de la Producción - CORFO, y contó con la ejecución y patrocinio de la Corporación Industrial para el Desarrollo Regional de Valparaíso, CIDERE V Región.

La asesoría técnica silvícola estuvo a cargo de INFOR, Instituto Forestal.

La extracción de los aceites y su análisis estuvieron a cargo del Sr. Roberto Tampier, Ingeniero Químico de la Empresa Esencia y Terpenos Araucaria.

La dirección y coordinación del estudio de CORFO fue desempeñada por el Ingeniero Forestal Sr. Eduardo Fernández M.

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE INTRODUCCION DE ESPECIES FORESTALES,
PREDIOS NILTRE, RAILEN, ENTRERRIOS. PROVINCIA VALDIVIA.**

Delfín Hidalgo Avila (*)

RESUMEN

Dentro del Convenio CONAF/PNUD/FAO/CHI 76/003, sobre Investigación y Desarrollo Forestal, se dió un nuevo impulso a los programas de Introducción de Especies Forestales, que venían realizando las Universidades, CONAF y el Instituto Forestal

En el período 1979-1983, a través del proyecto y con el subcontrato del Instituto Forestal, se establecieron 18 nuevos ensayos de Introducción de Especies Forestales, a fin de complementar y ampliar la cobertura geográfica existente en el país a esa fecha. En la X Región, Provincia de Valdivia, se instalaron tres nuevos ensayos en los Predios Niltre, Railén y Entrerrios.

El presente informe presenta los resultados de supervivencia y desarrollo de las especies plantadas en estos tres predios a los 6 años de edad.

Eucalyptus nitens, *Eucalyptus delegatensis*, *Eucalyptus regnans*, *Pinus radiata*, son las especies que presentan los mejores resultados de sobrevivencia y desarrollo a los 6 años de edad.

(*) Ingeniero Forestal. Departamento Técnico, Corporación Nacional Forestal - X Región. Ochagavía 464, Puerto Montt - Chile.

1. INTRODUCCION

Durante los años 1981 y 1982, en el marco del Convenio CONAF/PNUD/FAO, FO: DP/CHI/76/003, sobre "Investigación y Desarrollo Forestal", se instalaron con la participación del Instituto Forestal, tres ensayos de introducción de especies forestales, ubicados en los predios de Niltre, Railén y Entrerrios, de la Provincia de Valdivia, Décima Región.

En las tres áreas mencionadas se ensayaron un total de dieciocho especies forestales de interés económico, principalmente del género Eucalyptus.

En este informe se presentan los resultados obtenidos de las plantaciones hechas en los años 1981 y 1982. Estas plantaciones han sido controladas en forma periódica, a los 1, 3 y 6 años. A partir de los datos obtenidos en la última medición, se infieren las perspectivas de éxito que tendrán cada una de las especies ensayadas, permitiendo con ello seleccionar aquellas especies que por su supervivencia y desarrollo tengan mayor interés para la producción maderera.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es entregar antecedentes sobre el comportamiento de algunas especies forestales ensayadas, en la precordillera y Cordillera de Los Andes, en la Provincia de Valdivia.

Los resultados que se entregan permitirán seleccionar, en una primera etapa, las especies más promisorias, con cuyas plantaciones nos conduzcan hacia un mejor aprovechamiento de los suelos forestales, de estas áreas.

3. ANTECEDENTES

3.1 Ubicación de los Ensayos

- a) Predio Niltre: ubicado en la Comuna de Panguipulli; sus coordenadas son aproximadamente, $39^{\circ}40'$ L.S. y $72^{\circ}13'$ L.O. y su altitud es de 300 m.s.n.m.

El ensayo está ubicado, en una ladera pronunciada con exposición Oeste, con pendiente sobre 30%.

- b) Predio Railén: ubicado en la Comuna de Los Lagos; sus coordenadas son aproximadamente $39^{\circ}50'$ L.S. y $72^{\circ}30'$ L.O. y su altitud es de 175 m.s.n.m.

El ensayo está ubicado, en una ladera con poca pendiente de exposición Oeste - Suroeste.

- c) Predio Entrerrios: ubicado en la Comuna de Futrono, sus coordenadas son aproximadamente $40^{\circ}03'$ L.S. y $72^{\circ}10'$ L.O. y su altitud es de 400 m.s.n.m.

El ensayo está ubicado, en una ladera pronunciada con exposición Oeste, con pendientes sobre 30%.

3.2 Clima

El clima de la provincia de Valdivia, puede ser caracterizado por la presencia abundante de la lluvia, que en general sobrepasa los 2.000 mm anuales. Esta precipitación se distribuye a lo largo de todo el año, aunque concentrándose especialmente en invierno.

Otro de los aspectos generales que se debe mencionar es la influencia del mar y de los lagos, que regulan tanto las amplitudes como las oscilaciones térmicas, que permite mantener la región dentro de los límites de los climas templados y con una relativa uniformidad a lo largo del año.

Las variaciones climáticas territoriales que se presentan en la provincia, en especial a los volúmenes de agua precipitada, están influenciados por hechos físicos entre los que destaca, por su efecto, la orografía y especialmente la disposición del relieve.

El sector de la precordillera y Cordillera de Los Andes, que nos interesa, los montos anuales de precipitación se elevan sobre los 2.500 mm llegando hasta los 3.000 y sobre los 4.000 mm anuales.

Las temperaturas descienden en general levemente de norte a sur, siendo más pronunciado el descenso de mar a cordillera.

En cuanto a la tipología climática, se utilizan los criterios de clasificación empleada por Koeppen, y las modificaciones introducidas por Fuenzalida en 1965.

Para nuestra zona de estudio, se pueden delimitar los tipos de "Clima de Costa Occidental con influencia Mediterránea" (Cfs b2) y "Clima de Montaña" (G).

a) Clima de Costa Occidental con influencia Mediterránea (Cfs b2).

Los promedios de precipitación varían de 1.800 a 2.500 mm aproximadamente, pero es posible que en la cordillera, de donde no se dispone de estadísticas, estos promedios sean superados en más de 1.000 mm.

La variación interanual de la precipitación entre los años más secos y más lluviosos pueden alcanzar valores superiores al 50% de desviación respecto al promedio de muchos años.

La temperatura media anual oscila entre los 9 y 12°C, pero durante el verano, la Depresión Central registra promedios superiores que la costa, y el descenso latitudinal de la temperatura se manifiesta claramente. En Julio en cambio la faja costera permanece a 2°C más alta que la Depresión Intermedia.

La amplitud media mensual entre las temperaturas medias extremas fluctúa entre los 5 y los 8°C, siendo más reducida en los sectores que están alrededor de los lagos, elevando los promedios mínimos y moderando los máximos. (IREN-CORFO, 1974).

Los predios Railén y Niltre, se encuentran incluidos dentro de esta clasificación climática.

b) Clima de Montaña (G)

Se desarrolla en la Cordillera de Los Andes, aproximadamente sobre la cota de los 400 m.s.n.m. que corresponde aproximadamente al desarrollo de la isoterma de 5°C en el mes más frío y hasta aquélla donde desaparece la vegetación arbórea por efecto de las bajas temperaturas.

Se caracteriza este tipo climático por la elevada participación media anual, la que oscila entre los 2.500 mm y montos superiores a los 4.000 mm, existiendo una relación directa entre la precipitación y la altura. En este tipo, el uso de la tierra es eminentemente forestal, pues la T° y la topografía pronunciada no permiten otro uso, excepto en terrenos protegidos y de fondo plano, como lo son algunos valles cordilleranos.

La temperatura media anual está comprendida entre los 9 y los 6°C, existiendo durante el verano entre uno y seis meses con temperaturas superiores a los 10°C, pero inferiores a los 15°C. La oscilación media anual es de aproximadamente 10°C, teniendo en invierno una temperatura mínima media muy cercana a los 0°C, durante el verano las temperaturas medias máximas quedan comprendidas entre los 15 a 20°C, dependiendo de la altura.

El número medio de heladas, puede ir de 50 a más de 150 días con heladas al año, ocurriendo éstas incluso durante el verano. (IREN - CORFO, 1974).

El predio Entrerriós, se encuentra incluido en este tipo climático.

A continuación en el Cuadro N° 1, se entregan algunos antecedentes climáticos, de las estaciones metereológicas de Loncoche y Valdivia.

CUADRO N° 1

**Algunos Antecedentes Metereológicos,
Area Influencia, Ensayos.**

Estación Metereológica Loncoche : pp media anual : 2.403 mm
T° media anual : 14,2° C

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
pp (mm)	72,4	66,3	124,6	178,2	347,2	429,3	336,9	333,2	185,2	121,4	132,7	75,5
T° (°C)	21,0	20,3	17,3	12,8	10,3	8,6	8,1	8,9	11,8	13,9	17,6	20,3

Estación Metereológica Valdivia : pp media anual : 2.348,7 mm
T° media anual : 11,9° C

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
pp (mm)	66,1	62,1	105,3	198,5	376,1	384,1	352,7	287,1	204,1	107,5	110,2	94,7
T° (°C)	17,0	16,4	14,5	11,8	9,7	8,2	7,7	8,0	9,3	11,5	13,3	15,3

3.3 Suelos

a) Predio Niltre

Sus suelos pertenecen a la serie "Liquiñe (LÑE)", que se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas que descansan sobre estratas pumicíticas meteorizadas. La

topografía es escarpada, con pendientes dominantes superiores al 30%.

Son suelos profundos a moderadamente profundos; colores pardos muy oscuro en superficie a pardo amarillentos oscuro en profundidad, texturas moderadamente finas en superficie a finas en profundidad, excesivamente drenados y arraigamiento bueno hasta los 70 cm.

Son suelos fuertemente ácidos en superficie a moderadamente ácidos en profundidad. Poseen niveles altos de materia orgánica hasta los 41 cm y luego, en profundidad decrecen a niveles medios.

Los suelos de esta serie se encuentran, en la Provincia de Valdivia, ubicados preferentemente en la Comuna de Panguipulli y cubren una superficie de 109.881 ha.

b) Predio Railén

Los suelos pertenecen a la serie "Malihue (MAL)", que se desarrollan principalmente en la depresión intermedia a una altura de 170 a 300 m.s.n.m., se presentan en forma de depósitos de cenizas volcánicas sobre planos fluviales. Las pendientes son complejas, con pendientes dominantes de 2 a 5%.

Los suelos de esta serie son profundos y presentan colores pardo oscuro en la superficie a pardo amarillento, oscuro en profundidad, texturas moderadamente finas hasta los 65 cm y finas en profundidad. Tienen muy buenas propiedades físicas: densidad aparente 0,65 gr/cm³ y una alta porosidad 67%, la que disminuye ligeramente en profundidad.

Son suelos fuertemente ácidos en superficie, moderadamente ácidos en los horizontes intermedios y ligeramente ácido en lo más profundo del perfil. En los horizontes superiores se observan altos niveles de materia orgánica la que disminuye gradualmente en profundidad, no siendo nunca inferior al 3%.

Los suelos de esta serie se encuentran ubicados en la Provincia de Cautín, Comuna de Gorbea y en la Provincia

de Valdivia, Comuna de Los Lagos, Paillaco, Lanco y Máfil, ocupando una superficie de 75.436 ha.

c) Predio Entrerriós

Sus suelos pertenecen a la serie "Llifén (LLI)", que se desarrollan en la Cordillera de Los Andes entre los 300 y 800 m.s.n.m. Se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas y descansan sobre un sustrato pumicítico muy meteorizado. La topografía es escarpada con pendientes dominantes superiores al 30%, existiendo también áreas fuertemente onduladas con pendientes de 10 a 25%.

Son suelos muy profundos de colores pardo muy oscuro; texturas medias en superficie, moderadamente gruesas hasta los 106 cm y moderadamente finas en la parte inferior del perfil, presentando a diferentes profundidades un horizonte extra de arenas volcánicas; son excesivamente drenados. El arraigamiento es bueno hasta los 65 cm y en profundidad las raíces se hacen escasas.

Los suelos de esta serie se encuentran en la Provincia de Valdivia, ubicados principalmente en las Comunas de Lago Ranco, Futrono y Los Lagos. Ocupan una superficie de 125.658 ha.

3.4 Especies Ensayadas

A continuación se entrega la nómina de las especies ensayadas, que fueron plantadas en los tres predios mencionados anteriormente. Se indica el año de plantación, edad de vivero y la procedencia de la semilla, cuando es conocida. El análisis de cada especie, se efectúa en forma separada según su procedencia y lugar de ensayo.

CUADRO N° 2

Especies Ensayadas Predio Niltre

Especies	Edad	Año de	Código	Identificación del Lugar de Proc. de la Semilla					
	de Vivero	Planta- ción	de Proc.	País	Lugar	Lat	Long.	Alt.	
1) Eucalyptus globulus ssp globulus	1:M	1981	11615	Australia	Judbury	42°59'	146° 55'	490	
2) Nothofagus alpina	1:M	1981	-	Chile	-				
3) Nothofagus obliqua	1:M	1981	-	Chile	-				
4) Pinus muricata	1:M	1981	-	Holanda	-				
5) Pinus ponderosa	1:M	1981	12218	U.S.A.	Klikitat	46°00'	121° 00'	1.050	
6) Pinus radiata	1:M	1981	-	Chile	-				
7) Pseudotsuga menziesii Var. viridis	1:M	1981	18860	U.S.A.	-				
8) Chamaecyparis Lawso- niana	1:M	1982	04102	U.S.A	Coos	43°18'	124° 18'	79	
9) Eucalyptus globulus spp maidenii	1:M	1982	12128	Australia	Myrtle	36°53'	149° 40'	518	
10) Eucalyptus grandis	1:M	1982	9793	Australia	Taree	31°53'	152° 11'	120	
11) Eucalyptus gunnii	1:M	1982	12956	Australia	Arthur's Lake	42°02'	146° 58'	980	
12) Eucalyptus nitens	1:M	1982	12175	Australia	Torongo	37°47'	146° 07'	1.100	
13) Eucalyptus obliqua	1:M	1982	10277	Australia	East Glen Innes	29°40'	152° 05'	1.140	
14) Eucalyptus regans	1:M	1982	12024	Australia	Levendale	42°31'	147° 33'	480	
15) Pinus contorta var. contorta	1:M	1982	-	U.S.A.	-				
16) Pinus jeffreyi	1:M	1982	116-08	U.S.A.	Fresno	37°18'	119° 00'	1.500	
17) Eucalyptus delegaten sis	2:M	1982	9989	Australia	Roses Tiers	41°24'	117° 38'	940	
18) Eucalyptus regans	2:M	1982	12074	Australia	Levendale	42°31'	147° 32'	575	

CUADRO N° 3

Especies Ensayadas Predio railén

Especies	Edad	Año de	Código	Identificación del Lugar de Proc. de la Semilla				
	de Vivero	Planta- ción	de Proc.	País	Lugar	Lat	Long.	Alt.
1) Eucalyptus globulus ssp globulus	1:M	1981	11615	Australia	Judbury	42°59'	146° 55'	490
2) Nothofagus alpina	1:M	1981	-	Chile	-			
3) Nothofagus obliqua	1:M	1981	-	Chile	-			
4) Pinus muricata	1:M	1981	-	Holanda	-			
5) Pinus ponderosa	1:M	1981	12218	U.S.A.	Klikitat	46°00'	121° 00'	1.050
6) Pinus radiata	1:M	1981	-	Chile	-			
7) Pseudotsuga menziesii Var. viridis	1:M	1981	18860	U.S.A.	-			
8) Chamaecyparis Lawso- niana	1:M	1982	04102	U.S.A	Coos	43°18'	124° 18'	79
9) Eucalyptus delegaten sis	2:M	1982	9141	Australia	Bondo	35°15'	148° 30'	1.150
10) Eucalyptus globulus spp maidenii	1:M	1982	12128	Australia	Myrtle	36°53'	149° 40'	518
11) Eucalyptus grandis	1:M	1982	9793	Australia	Taree	31°53'	152° 11'	120
12) Eucalyptus gunnii	1:M	1982	12956	Australia	Arthur's Lake	42°02'	146° 58'	980
13) Eucalyptus nitens	2:M	1982	12175	Australia	Torongo	37°47'	146° 07'	1.100
14) Eucalyptus obliqua	2:M	1982	10277	Australia	East Glen Innes	29°40'	152° 05'	1.140
15) Eucalyptus regnans	2:M	1982	12024	Australia	Levendale	42°31'	147° 33'	480
16) Pinus contorta var. contorta	2:M	1982	17100	U.S.A.	-			
17) Pinus jeffreyi	1:M	1982	116-08	U.S.A.	Fresno	37°18'	119° 00'	1.500

CUADRO N° 4

Especies Ensayadas Predio Entreríos

Especies	Edad	Año de	Código	Identificación del Lugar de Proc. de la Semilla				
	de Vivero	Planta- ción	de Proc.	País	Lugar	Lat	Long.	Alt.
1) Chamaecyparis Lawso- niana	1:M	1982	04102	U.S.A	-			
2) Eucalyptus delegaten sis	2:M	1982	12295	Australia	Mt. Foster	42°08'	148° 08'	600
3) Eucalyptus grandis	1:M	1982	9793	Australia	Taree	31°53'	152° 11'	120
4) Eucalyptus gunnii	1:M	1982	12956	Australia	Arthur's Lake	42°02'	146° 58'	980
5) Eucalyptus obliqua	1:M	1982	10277	Australia	East Glen Innes	29°40'	152° 05'	1.140
6) Eucalyptus nitens	1:M	1982	12114	Australia	Big Badja Mtn	36°01'	149° 34'	1.250
7) Pinus contorta var. contorta	1:M	1982	-	U.S.A.	-			
8) Pinus jeffreyi	1:M	1982	11608	U.S.A.	Fresno	37°18'	119° 00'	1.500
9) Nothofagus alpina	1:M	1981	-	Chile	-			
10) Pseudotsuga menziesii Var. viridis	1:M	1981	18860	U.S.A.	-			
11) Pinus muricata	1:M	1981	-	Holanda	-			
12) Eucalyptus globulus ssp globulus	1:M	1981	11615	Australia	Judbury	42°59'	146° 55'	490
13) Pinus radiata	1:M	1981	-	Chile	-			
14) Nothofagus obliqua	1:M	1981	-	Chile	-			
15) Pinus ponderosa	1:M	1981	12218	U.S.A.	Klikitat	46°00'	121° 00'	1.050

4. MATERIAL Y METODOS

4.1 Diseño Experimental

Se emplea un diseño de parcelas al azar con tres repeticiones. Cada parcela tiene forma cuadrada con 14 m por cada lado y cubre una superficie de 192 m². Está compuesta por 49 plantas (7x7 plantas), espaciadas a 2 m entre y sobre hileras.

La unidad de control es una subparcela central de 100 m² (10x10 m), que contiene 25 plantas, manteniendo una hilera de aislación en cada lado de la parcela para evitar el efecto de bordes.

4.2 Toma de la Información

Se aplica la metodología descrita por Prado, J.A. et al., que indica controles a las edades de 1, 3, 6 y 10 años y, posteriormente, cada 5 años, hasta cuando se considera conveniente según la especie, el lugar y los resultados obtenidos.

En el presente trabajo se analizan los antecedentes tomados a 6 años de la instalación de los ensayos. Además se entregan antecedentes de crecimiento en altura obtenidos en los controles anteriores (a los 1 y 3 años).

Se midieron los diámetros en centímetros y alturas en metros, con forcípula e hipsómetro SUNNTO, respectivamente.

La medición se realiza en la subparcela central de 100 m², que contiene 25 árboles, quedando una hilera de aislación.

4.3 Metodología de Análisis

Se efectúa un análisis a cada ensayo (Niltre, Railén, Entrerriós) en forma separada de acuerdo al año de su instalación.

El primer parámetro de comparación corresponde a la supervivencia, que se calcula en base a los árboles medidos en las tres subparcelas de muestreo; posteriormente y de acuerdo a la metodología entregada por Prado, J.A. et al., se comparan las alturas en forma separada por los tres ensayos aplicando las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba de Homogeneidad de Varianza de Barlett, para muestras de distinto tamaño. En la totalidad de los casos las varianzas de las alturas resultaron ser heterogéneas.
- Prueba "t" corregida (t') para Varianzas Heterogéneas. Considerando el objetivo inicial del presente trabajo, que es la selección de aquellas especies que a la fecha presentan un mejor desarrollo y supervivencia, con respecto a las otras especies del ensayo; sólo se emplea una escala de evaluación que consiste en una tabla con puntajes asignados de acuerdo a la supervivencia y altura. Los rangos empleados para esta calificación se establecieron en forma subjetiva, sobre la base de los resultados paramétricos, promedios obtenidos en las pruebas estadísticas. (Ver Anexo N° 1).

5. RESULTADOS Y ANALISIS

5.1 Supervivencia

En los cuadros siguientes se entregan los porcentajes de supervivencia por especie, a los 6 años de edad, calculados en base a las tres parcelas de medición, en cada lugar de ensayo (Predios Niltre, Railén, Entrerriós).

5.1.1 Ensayo Niltre

CUADRO N° 5

Porcentaje de Supervivencia de las Especies Plantadas en 1981

Espece	% Supervivencia
<i>Pinus radiata</i>	89,3
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i>	85,3
<i>Pinus ponderosa</i>	84,0
<i>Pinus muricata</i>	81,3
<i>Nothofagus obliqua</i>	73,3
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>globulus</i>	68,0
<i>Nothofagus alpina</i>	37,3

CUADRO N° 6

Porcentaje de Supervivencia de las Especies Plantadas en 1982

Espece	% Supervivencia
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>	81,0
<i>Eucalyptus regnans</i> 12074	73,0
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	67,0
<i>Eucalyptus regnans</i> 12024	64,0
<i>Eucalyptus gunnii</i>	63,0
<i>Pinus jeffreyi</i>	52,0
<i>Eucalyptus nitens</i>	37,0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	35,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	29,0
<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	12,0
<i>Eucalyptus obliqua</i>	8,0

5.1.2 Ensayo Railén

CUADRO N° 7

Porcentaje de la Supervivencia de las Especies Plantadas en 1981

Especie	% Supervivencia
<i>Pinus ponderosa</i>	100,0
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i>	98,6
<i>Pinus muricata</i>	96,0
<i>Pinus radiata</i>	90,6
<i>Nothofagus obliqua</i>	76,0
<i>Nothofagus alpina</i>	54,6
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>globulus</i>	37,3

CUADRO N° 8

Porcentaje de la Supervivencia de las Especies Plantadas en 1982

Especie	% Supervivencia
<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	96,0
<i>Eucalyptus gunnii</i>	91,0
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	88,0
<i>Eucalyptus regnans</i> 12024	84,0
<i>Eucalyptus nitens</i>	83,0
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>	65,0
<i>Eucalyptus obliqua</i>	47,0
<i>Pinus Jeffreyi</i>	32,0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	15,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	-

5.1.3 Ensayo Entreríos

CUADRO N° 9

Porcentaje de la Supervivencia de las Especies Plantadas en 1981

Espece	% Supervivencia
<i>Pinus ponderosa</i>	97,3
<i>Pinus radiata</i>	96,0
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>viridis</i>	92,0
<i>Nothofagus obliqua</i>	77,3
<i>Pinus muricata</i>	77,3
<i>Nothofagus alpina</i>	68,0
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>globulus</i>	58,6

CUADRO N° 10

Porcentaje de la Supervivencia de las Especies Plantadas en 1982

Espece	% Supervivencia
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	77,0
<i>Eucalyptus gunnii</i>	76,0
<i>Eucalyptus nitens</i>	47,0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	43,0
<i>Eucalyptus obliqua</i>	27,0
<i>Pinus jeffreyi</i>	25,0
<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	18,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	6,0

5.2 Alturas

Según la prueba de Barlett, las varianzas de las alturas no son homogéneas para ninguno de los tres lugares de ensayo (Ver Anexo N° 2).

En los cuadros siguientes, aparecen las alturas medias de cada especie, indicándose las diferencias significativas encontradas entre ellas, al 95% de confianza, docimadas mediante la prueba "t" corregida para varianzas heterogéneas ("t").

Las diferencias presentadas entre las especies unidas por una barra no son significativas en un 95% de confianza.

5.2.1 Ensayo Niltre

CUADRO N° 11

Altura Media de las Especies Plantadas en 1981

Especie	Altura Media (m)	Significación 95%	Supervivencia %
Pinus radiata	5,5	 	89,3
Pinus muricata	4,0		81,3
Eucalyptus globulus	3,4		68,0
Psedotsuga menziesii	2,7		85,3
Nothofagus obliqua	1,7		73,3
Pinus ponderosa	1,4		84,0
Nothofagus alpina	1,1		37,7

CUADRO N° 12

Altura Media de las Especies Plantadas en 1982

Especie	Altura Media (m)	Significación 95%	Supervivencia %
<i>Eucalyptus regnans</i> (12074)	6,4		73
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	6,2		67
<i>Eucalyptus regnans</i> (12024)	5,0		64
<i>Eucalyptus gunnii</i>	3,7		63
<i>Eucalyptus nitens</i>	3,1		37
<i>Eucalyptus obliqua</i>	3,1		8
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>	2,5		81
<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	2,0		12
<i>Eucalyptus grandis</i>	1,6		29
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,7		35
<i>Pinus jeffreyi</i>	0,6		52

5.2.2 Ensayo Railén

CUADRO N° 13

Altura Media de las Especies Plantadas en 1981

Especie	Altura Media (m)	Significación 95%	Supervivencia %
<i>Pinus radiata</i>	6,4		90,6
<i>Pinus muricata</i>	4,5		96,0
<i>Eucalyptus globulus</i>	4,3		37,3
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2,9		98,6
<i>Nothofagus obliqua</i>	2,2		76,0
<i>Nothofagus alpina</i>	1,8		54,6
<i>Pinus ponderosa</i>	1,7		100,0

CUADRO N° 14

Altura Media de las Especies Plantadas en 1982

Especie	Altura Media (m)	Significación 95%	Supervivencia %
<i>Eucalyptus nitens</i>	10,7		83,0
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	9,8		88,0
<i>Eucalyptus regnans</i> (12024)	8,0		84,0
<i>Eucalyptus gunnii</i>	7,0		91,0
<i>Eucalyptus obliqua</i>	5,1		47,0
<i>Eucalyptus globulus</i>	3,5		65,0
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	1,8		15,0
<i>Pinus contorta</i> var. <i>contorta</i>	1,3		96,0
<i>Pinus jeffreyi</i>	0,5		32,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	-		-

5.2.3 Ensayo Entreríos

CUADRO N° 15

Altura Media de las Especies Plantadas en 1981

Especie	Altura Media (m)	Significación 95%	Supervivencia %
<i>Pinus radiata</i>	5,2	 	96,0
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>globulus</i>	5,1		58,6
<i>Pinus muricata</i>	3,4		77,3
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2,5		92,0
<i>Nothofagus alpina</i>	2,3		68,0
<i>Nothofagus obliqua</i>	1,8		77,3
<i>Pinus ponderosa</i>	1,3		97,3

CUADRO N° 16

Altura Media de las Especies Plantadas en 1982

Espece	Altura Media (m)	Significa- ción 95%	Supervivencia %
Eucalyptus delegatensis	8,1		77,0
Eucalyptus grandis	7,0 (*)		6,0
Eucalyptus nitens	4,7		47,0
Eucalyptus gunnii	4,2		76,0
Eucalyptus obliqua	4,2		27,0
Pinus contorta var. contorta	1,2		18,0
Chamaecyparis lawsoniana	0,9		43,0
Pinus jeffreyi	0,4		25,0

(*) Cifra con cierta reserva, bajo prendimiento de la especie.

5.3 Resumen de Resultados

De acuerdo a lo enunciado en los objetivos, se entrega a continuación una visión general de los resultados obtenidos en los tres ensayos (Niltre, Railén, Entreríos), en que se ordenan las especies en base al puntaje asignado de acuerdo a los rangos establecidos en el Anexo N° 1.

CUADRO N° 17

Cuadro Resumen Predio Niltre.
Ordenación de acuerdo al Puntaje Obtenido por Cada Especie.

Especie	Supervi- vencia %	Altura m	Total
Pinus radiata	3	1	4
Pseudotsuga menziesii var. viridis	3	1	4
Pinus muricata	3	1	4
Eucalyptus globulus ssp. maidenii	3	1	4
Eucalyptus regnans 12074	2	2	4
Eucalyptus delegatensis	2	2	4
Pinus ponderosa	3	0	3
Eucalyptus globulus ssp. globulus	2	1	3
Eucalyptus regnans 12024	2	1	3
Eucalyptus gunnii	2	1	3
Nothofagus obliqua	2	0	2
Pinus jeffreyi	2	0	2
Eucalyptus nitens	1	1	2
Nothofagus alpina	1	0	1
Chamaecyparis lawsoniana	1	0	1
Pinus contorta var. contorta	0	1	1
Eucalyptus obliqua	0	1	1
Eucalyptus grandis	0	0	0

CUADRO N° 18

Cuadro Resumen Predio Railén.

Ordenación de acuerdo al Puntaje Obtenido por Cada Especie.

Especie	Supervi- vencia %	Altura m	Total
Eucalyptus nitens	3	3	6
Pinus radiata	3	2	5
Eucalyptus gunnii	3	2	5
Eucalyptus delegatensis	3	2	5
Eucalyptus regnans 12024	3	2	5
Pseudotsuga menziesii var. viridis	3	1	4
Pinus muricata	3	1	4
Nothofagus obliqua	3	1	4
Pinus ponderosa	3	0	3
Pinus contorta var. contorta	3	0	3
Eucalyptus globulus ssp. maidenii	2	1	3
Nothofagus alpina	2	0	2
Eucalyptus globulus ssp. globulus	1	1	2
Eucalyptus obliqua	1	1	2
Pinus jeffreyi	0	0	0
Chamaecyparis lawsoniana	0	0	0
Eucalyptus grandis	-	-	-

CUADRO N° 19

Cuadro Resumen Predio Entrerriós.
Ordenación de acuerdo al Puntaje Obtenido por Cada Especie.

Especie	Supervi- vencia %	Altura m	Total
Eucalyptus delegatensis	3	2	5
Eucalyptus gunnii	3	1	4
Pinus radiata	3	1	4
Pseudotsuga menziesii var. viridis	3	1	4
Pinus muricata	3	1	4
Pinus ponderosa	3	0	3
Nothofagus obliqua	3	0	3
Nothofagus alpina	2	1	3
Eucalyptus globulus ssp. globulus	2	1	3
Eucalyptus nitens	1	1	2
Eucalyptus grandis	0	2	2
Chamaecyparis lawsoniana	1	0	1
Eucalyptus obliqua	0	1	1
Pinus jeffreyi	0	0	0
Pinus contorta var. contorta	0	0	0

6. CONCLUSIONES

- Para el predio Niltre la especie que presenta la mayor supervivencia a los 6 años es el *Pinus radiata*; para el predio Railén y Entrerriós es el *Pinus ponderosa*.
- En general para los tres ensayos (Niltre, Railén y Entrerriós), la clase conífera presenta los más altos porcentajes de supervivencia destacando el *Pinus ponderosa*; *Pinus radiata*; *Pseudotsuga menziesii* y *Pinus muricata*.
- Las especies del género *Eucalyptus*, en general presentan buenos a moderados porcentajes de supervivencia, destacando el *Eucalyptus delegatensis*; *Eucalyptus gunnii* y *Eucalyptus regnans*.
- Los desarrollos en altura de los *Eucalyptus* en general son significativamente superiores a las demás especies del ensayo; destacan las especies : *Eucalyptus nitens*; *Eucalyptus delegatensis*; *Eucalyptus regnans* y *Eucalyptus globulus*.
- Entre las coníferas las especies que alcanzaron los mayores desarrollos fueron : *Pinus radiata* y *Pseudotsuga menziesii*.
- Las especies más promisorias considerando los dos parámetros analizados son :

a) Predio Niltre

Unidad Edafoclimática "Los Lagos"; con cierta influencia Unidad "Cordillera Sur".

Eucalyptus delegatensis
Eucalyptus regnans 12074
Eucalyptus globulus ssp. *maidenii*
Pinus radiata
Pseudotsuga menziesii var. *viridis*
Pinus muricata

b) Predio Railén

Unidad Edafoclimática "Los Lagos".

Eucalyptus nitens
Eucalyptus regnans 12024
Eucalyptus delegatensis
Eucalyptus gunnii
Pinus radiata

c) Predio Entreríos

Unidad Edafoclimática "Cordillera Sur"

Eucalyptus delegatensis
Eucalyptus gunnii
Pinus radiata
Pseudotsuga menziesii var. viridis
Pinus muricata

- Las especies citadas anteriormente, se recomendarían en primera instancia, para ser plantadas en zonas con características edafoclimáticas semejantes a las de los lugares de ensayo. Es importante, sin embargo, destacar que los resultados presentados tienen carácter de preliminares, ya que debe esperarse a que los ensayos tengan mayor edad, para determinar definitivamente cuál o cuáles son las especies más recomendables para estas zonas.

7. BIBLIOGRAFIA

1. **BARROS A., SANTIAGO et al.** Ensayo de Introducción de Especies Forestales. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 de Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de Trabajo N° 49. Santiago, Chile. Junio 1983.
2. **IREN - CORFO.** Estudio Integrado de los Recursos Naturales Renovables, Provincia de Valdivia. Santiago, 1974.
3. **IREN - CORFO; UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.** Suelos Provincia de Valdivia. Santiago, Junio 1978.
4. **PRADO, J.A.** Resultados de Ensayo de Introducción de Especies en Panguipulli, Provincia de Valdivia. Informe Técnico N° 64, Instituto Forestal, Santiago, Chile. Abril 1979.
5. **PRADO, J.A. et al.** Metodología para la Instalación y Análisis de Ensayo de Introducción de Especies Forestales. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 de Investigación y Desarrollo Forestal. Documento de Trabajo N° 31. Santiago, Chile. Enero 1980.
6. **SOKAL, R., ROHLF, J.** Biometry. Editorial Freeman, San Francisco, U.S.A. 1969. 776 pág.

A N E X O S

ANEXO N° 1

**Rangos Empleados para la Selección de
las Especies más Promisorias**

Parámetro	Rango	Puntaje
Supervivencia (%)	Sobre 75	3
	50 - 74	2
	35 - 49	1
	Hasta 34	0
Altura (m)	Sobre 10	3
	6.0 - 9.9	2
	2.0 - 5.9	1
	Hasta 1.9	0

ANEXO N° 2

**Resultados Pruebas Homogeneidad de Varianzas
Alturas**

Predio	Año	X2 Calcul.	X2 Tabul.	Grados Libertad	% Con- fianza
Niltre	1981	317.03	12.3	6	95
	1982	169,48	18,3	10	95
Railén	1981	176,04	12,6	6	95
	1982	253,45	15,5	8	95
Entrerrios	1981	367,19	12,3	6	95
	1982	159,95	14,0	7	95

VEGETATIVE PROPAGATION FOR TREE IMPROVEMENT
AND OPERATIONAL PLANTINGS.

Jarbas Y. Shimizu, (*)

When we talk about tree improvement the first idea that arises is that superior trees must be selected and bred to generate highly productive offsprings for operational plantings. However, this is only partly true because the performance of the trees or of the whole forest that we wish to improve results from the combined effect of the genetic merit of the trees, the quality of the environment and the interaction between these components.

Like in agronomic crops, forest trees respond dramatically to site improvement such that quite a substantial increase in productivity can be achieved through site preparation, drainage, irrigation and fertilizer application. These may be seen as expensive items in the establishment of new forests but the pay-off is worthwhile if you are serious about operational forestry with fast growing tree species and more so if you have improved genetic material to plant.

The other component of the equation refers to the genetic makeup of the trees which is an important source of variation, especially because forest tree species are still largely used in their wild stage.

The interaction component refers to the variation whereby certain genotypes do better than others depending on the site factors.

(*) Forest Geneticist. Technical Director of Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPQ-EMBRAPA).

In order to achieve greater gains in yield or in quality products through genetic improvement, we must divide the components a step further so that

$$Y = G_a + G_{na} + E$$

where Y = performance of a given tree or family
 G_a = additive genetic variance
 G_{na} = non-additive genetic variance
 E = environmental variance

For the sake of simplicity, if we assume that genotype x environment interaction is negligible, the genetic variance contributing to the performance of the trees can be easily estimated through tests involving a large number of genetic entries in a homogeneous site i.e., if $E = 0$ then $Y = G_a + G_{na}$.

A further distinction between the kinds of genetic variance is needed so that the most appropriate strategy of genetic improvement and deployment of improved genetic material can be used to maximize gain through genetic manipulation.

The additive genetic variance refers to the portion of the genetic variance that is passed on to the offsprings while the non-additive genetic variance refers to the portion that is not transmitted to the subsequent generation.

The ratio of the genetic variance to the total phenotypic variance yields a coefficient known as heritability. This is used to estimate the genetic gain when selection is applied such that:

$$R = S \sqrt{h^2}$$

where R = response to selection
 S = selection differential
 h^2 = $G/(G + E + GE)$ = heritability

Depending on the components of the genetic variation that are involved, there will be two kinds of heritability:

- 1) narrow-sense heritability ($h^2_{F2/f}$)
 - 2) broad-sense heritability ($H^2_{F2/f}$)
- where $h^2_{F2/f} = G_a/(G_a + G_{na} + E + GE)$ and
 $H^2_{F2/f} = (G_a + G_{na})/(G_a + G_{na} + E + GE)$

If the breeding strategy were based on mass selection, seed would be collected directly from the selected trees and their offsprings used

for plantings. In this case, genetic gain refers to how much greater performance the offsprings will show as a result of the selection on their parents. Since the response with this strategy depends on the genetic variance that is transmitted to the offsprings, the critical component is the additive genetic variance. Therefore, if we know beforehand that the trait we want to improve has high additive genetic variance, the best strategy will be through selection of the parents. Conversely, if the non-additive genetic variance were known to be substantial, then the best strategy must involve direct use of the selected genotypes through vegetative propagation.

Whenever total genetic variance is present, it is almost always made up of both the additive and the non-additive genetic variances in varying proportions. Therefore, estimates of heritability will show that H^2 is always equal to or greater than h^2 and, given the same selection differentials, estimates of genetic gain with direct use of vegetative propagules will be almost always greater than with the use of their offsprings.

VEGETATIVE PROPAGATION FOR BREEDING STRATEGIES

A simple breeding strategy such as mass selection will suffice to illustrate the usefulness of vegetative propagation for the development of improved genetic material.

When trees are selected for their superior appearance in the forest and their seeds collected to regenerate new forests, the genetic gain will be estimated by $R = Sh$. However, if arrangements can be made such that all selected trees are pollinated only by equally selected males, then the genetic gain will double i.e. $R = 2(Sh)$. This is quite an advance compared to simple mass selection and can be done by vegetatively propagating the selected trees into an isolated area so that only those trees will cross with each other to produce improved seed. This step, known as clonal seed orchard, can be applied at any stage of the breeding program, whenever superior genotypes are available.

When it comes to the production of genetically improved seed, clonal seed orchard is not always advantageous over alternatives like seedling seed orchards, depending on the time required for the seedlings to reach reproductive maturity or on the time required for the trees to express the traits of interest for selection and on how easily it can be cloned. Even within a genus such as Eucalyptus, among species variation in these aspects is so great that any

generalization could be misleading.

As an aid to determine the best strategy for the production of genetically improved seed, it would be helpful to group the species into categories such as:

- A - easy to propagate by rooted cuttings (e.g. *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. microcorys*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. alba*, *E. torelliana*, *E. acmenioides*, *E. deglupta* and several hybrids (CAMPINHOS Jr. & IKEMORI 1986)).
- B - difficult to propagate by rooted cuttings (e.g. *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. propinqua*, *E. cloeziana* (CAMPINHOS Jr. & IKEMORI 1986)).
- C - reach reproductive maturity at early age (e.g. *E. pellita*, *E. grandis*, *E. tereticornis*).
- D - reach reproductive maturity after many years (e.g. *E. nitens*, *E. smithii*, *E. dunnii*).
- E - even after reproductively mature, seed yield is naturally low (e.g. *E. dunnii*) and so on.

Species of group A would be most convenient since they offer opportunities to use clonally propagated plants for genetic improvement as well as for operational plantings.

With species of group B one should consider seedling seed orchard approach to produce improved seed. The ideal for this case would be if they fit also in the C group, i.e. group BC. However, if they fit in the BD group it would be worthwhile to try other methods to vegetatively propagate physiologically mature superior trees, be it through grafting, airlayering or micropropagation techniques. For each of these methods it would be necessary to screen the individuals and breed for their ability to be vegetatively propagated.

Species in the C group would have the advantage of reaching reproductive age in few years which is excellent for accelerated breeding strategy. The basic approach for genetic improvement in this case is by seedling seed orchard which is generally less expensive than clonal seed orchard. Moreover, seedling seed orchard approach is always one generation ahead of clonal seed orchard and the combined gain through among and within family selections in the second generation would be greater than through just among family selection in a single generation possible with clonal seed orchard approach.

Species in group D must be dealt with vegetative propagation of physiologically mature individuals for the purpose of genetic improvement, even if expensive methods have to be applied. Once highly productive crosses are obtained, these can be mass produced in clonal seed orchards.

The low seed yield of species in group E would pose some problem since seed in sufficient amount for breeding and testing may not be obtained from the selected individuals. A greater limitation would be for the deployment of improved genetic material if vegetative propagation in large scale were also difficult.

Usually, the species of economic importance fall into more than one of these categories so that the choice of strategies for their genetic improvement and deployment becomes more complicated. For example, *E. dunni* fits in the group combination BDE which makes it very difficult to deal with. On the other hand *E. grandis* and many others fall in the AC group which has great advantages over other categories because of the possibility to be improved in an accelerated breeding scheme and to be vegetatively propagated to capture the total genetic variance to obtain the maximum genetic gain in an operational scale.

Clonal tests are essential to screen the genotypes for superior performance in operations based on vegetative propagation. However, depending on how clonal tests are carried out and how the screened genetic material will be deployed, other sources of variation may interfere with the realized genetic gain. One is the "c" effect (LIBBY & JUND 1962) which leads to different performances within the same clone depending on the physiological and morphological characteristics of the source of propagules at the time of cloning. The other is the competition variance (SAKAI & MUKAIDE 1967) whereby clones will perform not only according to their genotypes and their physical environment but also according to which genotypes they will compete with for water, nutrients, light and space. The ideal arrangement for operational purpose would be one that results in greater performance of the sum total of all clones mixed in the stand than the sum of the performances of each of these clones grown in pure stands. This would be a case of overcompensation, as described by SCHUTZ & BRIM (1967).

VEGETATIVE PROPAGATION FOR OPERATIONAL PLANTINGS

Operational plantings with forest tree species using vegetative propagules have been common practices with easy to root species such as *Populus* spp., *Platanus* spp., *Salix* spp., *Cryptomeria japonica* and *Pinus radiata*. More recently, several *Eucalyptus* species have joined

the group after techniques were refined to produce rooted cuttings in massive scale.

For countries that grow eucalypts in operational scale, this procedure opened up opportunities to capture the total genetic variation and, at least in theory, to maximize genetic gain by multiplying the highly productive genotypes in very homogeneous stands. Highly successful operations on this line can be illustrated by an increase in six-to seven year old eucalypt volume production in Brazil from 33 m³/ha/year to 70 m³/ha/year on the average with the use of vegetative propagules (ZOBEL et al. 1987). The same authors sustain that an average yield of 100 m³/ha/year may be a reality before long, since some of the clones have already reached that mark.

This remarkable achievement, however, is not without risks. A monoclonal forest is what typically represents a monoculture with all its advantages and disadvantages. An extremely productive stand can be obtained by vegetatively propagating the highest yielding clone due to the lack of further genetic variation in yield. However, for the same reason, it will be most vulnerable to massive losses due to insect, disease or other adverse environmental changes. Potential losses are even greater with forest tree species because of the long rotation age.

With a greater genetic diversity (multiclonal or seedling stand) the population will be better buffered against adverse environmental changes but its mean in traits of economic importance will be lower. Therefore, decisions to invest in clonal forestry must be taken after careful assessment of the potential benefits and risks involved.

Besides, from the economic perspective, it must be considered that not only do species vary in their capability to root well from cuttings but also clonal differences within species are great. Quite often, the highest yielding individuals can not be properly cloned (benefit is less than maximum). The cost of the stecklings also varies widely and invariably it is much higher than the cost of normal seedlings. Data from a large operation with eucalypts for pulp in the State of Sao Paulo showed that normal seedlings produced in leach tubes cost Cz\$ 1,02 per unit and those produced in plastic bags cost Cz\$ 2,38 in comparison to Cz\$ 10,00 per steckling, as of January 1988 (BALLONI, pers. commun.). Obviously, if the natural environmental conditions is favourable for vegetative propagation like in the eastern coastal region of Brazil, the cost of stecklings will decrease and become more competitive with normal seedlings.

From the technical perspective, a number of factors must be weighted

to assess the advantage of clonal operations in forestry. Rooted cuttings usually produce unbalanced and superficial root systems without taproot. This may not be a problem if soil physical properties were favourable and if the area were not swept by strong winds.

However, on sandy soils in locations subjected to strong winds, eucalypt trees grown from stecklings are more vulnerable to windfall. Differences among clones are striking in this respect as well. Clonal tests with rooted cuttings of eucalypts have shown some plots with high incidence of trees blown down by the wind while others seem to resist well. If the highest yielding clone happened to be susceptible to windfall and had been planted over a wide area in a monoclonal population, losses to windfall could be disastrous.

The shallow root system of eucalypts produced by stecklings pose another serious problem in regions with seasonal rainfall such as in the central, northeastern and southeastern Brazil. Whenever long dry spells occur, shallowly rooted trees become highly susceptible to drought, especially in sandy soils where water holding capacity is very low.

Therefore, at least at this stage of development, the occurrence of dry spells, strong winds and the extent of sandy soils on the property to be planted are important risk factors that must be taken into account before venturing in clonal forestry. Other factors that should not be ignored are susceptibility to existing pathogens, insects and other chemical and physical limitations of the soil.

BREEDING STRATEGIES FOR VEGETATIVE PROPAGATION

The genetic gain obtained by capturing the total genetic variation in clonal operations is the greatest possible for a given clone because no further genetic variation remains to be explored. This is the equivalent to saying that clonal operation is a dead end in the process of genetic improvement. However, search for better quality raw material and higher yield must continue since production systems must evolve and adjust to changes in both the environment where trees will be grown and in the characteristics of the raw material that future markets will require.

Even after a couple of generations of genetic improvement in eucalypts, there is still large amount of genetic variation to be explored in the breeding populations. In order to supply the operational sector with progressively improved material, it is fundamental to have a breeding program leading through two simultaneous paths: one aimed at keeping the genetic base of the

population large enough so that breeding cycles can be continued for many generations within acceptable levels of inbreeding; the other line must be directed towards the exploration of maximum genetic gain regardless of the increase in inbreeding level.

The usual method applied in forest tree improvement is the selection of superior individuals with the expectation that their offsprings will perform better than trees grown from ordinary seed. In this case, the trait selected for must be controlled by a substantial amount additive genetic variance and only the mother trees with high combining ability would be used as seed source.

As long as additive genetic variance exists, crosses among superior parents tend to produce superior offsprings. This is true also when superior performance is sought in interspecific hybrids. Genetic gains will be greater if the trees to be mated are genetically superior individuals within the respective species.

However, this expectation is not always met with eucalypts and perhaps with most tree species because of substantial amount of non-additive genetic variance that is present. Data for volume growth in *Eucalyptus grandis* (VAN WYK 1985) illustrate the case with examples of poor parents producing outstanding offsprings and vice-versa.

Therefore, traditional selection and breeding strategy coupled with assessments of individual crosses must proceed continuously to generate superior recombinations for vegetative propagation. Also, early selection techniques must be perfected in order to shorten the generation interval. Some efficiency may be lost when selections are done too early but even if modest genetic gains per generation can be obtained, the ultimate genetic gain per unit of time will be substantial.

REFERENCES

- CAMPINHOS, Jr. E. & IKEMORY, Y.K. Cloning *Eucalyptus* spp. s.n.t. 5pp.
- LIBBY, W.J. & JUND, E. Variance associated with cloning. *Heredity*, 17(4):533-40, 1962.
- SAKAI, K. & MUKAIDE, H. Estimation of genetic, environmental and competition variances in standing forests. *Silvae Genetica*, 16(5-6):149-192, 1967.
- SCHUTZ, W.M. & BRIM, C.A. Intergenotypic competition in soybeans. I

Evaluation of effects and proposed field plot design. Crop sci.,
7:371-6, 1967.

VAN WYK, G. Treee breeding in support of vegetative propagation of
Eucalyptus grandis (Hill) Maiden. (paper presented at the tenth
regular meeting of the SARCCUS Standing Committee for Forestry,
Sabie River Bungalows, 21-24 May, 1985).

ZOBEL, B.J.; VAN WYK, G. & STAHL, P. Growing exotic forests. New
York, John Wiley & Sons, 1987. 508 p.

ALGUNOS RESULTADOS SOBRE PROPAGACION VEGETATIVA
DE ESPECIES DE EUCALYPTUS EN CHILE

Juan José Aguirre A. (*)
Patricio Arce J. (**)

RESUMEN

La propagación vegetativa de algunas especies del género *Eucalyptus* a través de injertos, arraigamiento de estacas y micropropagación in vitro por medio de segmentos nodales, ha resultado exitosa. En efecto, los injertos realizados en patrones juveniles con púas de árboles adultos permitirían propagar árboles con características específicas para futuros programas de mejoramiento genético. Por otra parte, se ha logrado determinar el protocolo para arraigar estacas de *Eucalyptus camaldulensis*, y están en sus etapas finales y de prueba los ensayos de arraigamiento de *Eucalyptus globulus* y su sub especie *bicostata*.

Por último, la micropropagación in vitro de segmentos nodales y apicales de *E. camaldulensis*, ha tenido excelentes resultados. En tanto que los ensayos que se han realizado con *E. globulus* y *E. globulus* ssp. *bicostata* están en la etapa de evaluación final y muestran hasta el momento resultados muy auspiciosos.

Palabras Claves : Injertos, Arraigamiento de Estacas, Cultivo in vitro de *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. globulus* ssp. *bicostata*.

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

(**) Biólogo, Consultor Instituto Forestal, Huérfanos 554, Santiago - Chile.

1. INTRODUCCION

Las especies del género *Eucalyptus* en general se caracterizan por presentar un rápido crecimiento y una madera de alta densidad, razón por la cual, muchas de ellas se han perfilado como un importante recurso en la industria de la celulosa de fibra corta y sus derivados (Touzet, 1980; Duran-Creswell et al., 1985; Rojas et al., 1987). Desde el punto de vista fisiológico presentan una serie de mecanismos de adaptación como yemas epicórnicas, lignotubérculos, asociaciones micorrízicas que le permiten crecer en regiones muy diversas (Hartney, 1980; Eldridge y Cromer, 1987). Esto último es una de las causas del porqué este género ha ido ocupando cada vez mayor importancia a nivel mundial, pues ya en 1981, la superficie total plantada era de tres millones novecientos diez y seis mil hectáreas. (FAO, 1981).

Durante los últimos años se ha apreciado en el mercado internacional una demanda creciente de papeles de calidad, esto ha traído como consecuencia una evolución muy positiva de precio relativo de la pulpa blanqueada de eucalipto respecto de las coníferas (Touzet, 1980; Papertree Economics, 1985).

Esta situación se ha apreciado en el país durante el último año, ya que el precio de las astillas de eucalipto para exportación ha sido superior en un porcentaje cercano al 50% que las de pino radiata.

En Chile, numerosas especies de este género se presentan como una atractiva alternativa de forestación, debido principalmente a su gran plasticidad, alta productividad y múltiples posibilidades de uso. Plantaciones experimentales realizadas en el país por el Instituto Forestal (INFOR, 1986) indican que las especies de mayor interés para la zona mediterránea semiárida, son : *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus cladocalyx*, *Eucalyptus globulus* y sus subespecies *maidenii* y *bicostata*, en tanto que para la zona mediterránea central se señala a : *Eucalyptus regnans*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus*

delegatensis y *Eucalyptus fastigata*, como las más indicadas.

Por la importancia que las especies de este género han ido adquiriendo en nuestro país y la gran variabilidad que ellas presentan, se plantea la necesidad de desarrollar un programa de mejoramiento genético de *Eucalyptus* en Chile (Rojas y Arce, en preparación). Ya se han desarrollado programas con este mismo objetivo en otros países, así por ejemplo, Sudáfrica y Brasil están investigando a las especies *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus urophylla*, en tanto que en el continente europeo, España y Portugal están desarrollando programas con *E. globulus*. Todos los programas antes citados están orientados a la producción de pulpa, y han considerado como herramienta fundamental la propagación vegetativa (Celbi, 1982; papertree Economics, 1985; Campinhos, 1987).

A través de las diferentes técnicas de propagación vegetativa se ha posido mantener las características favorables de los eucaliptos, tales como tasa de crecimiento, producción de biomasa, productividad, calidad de pulpa, entre otras (Chaperon, 1987; Elridge y Cromer, 1987). Es por esta razón que la implementación de técnicas de propagación clonal de individuos seleccionados, ya sea de buenas características productivas y/o resistentes a condiciones desfavorables, se presenta como una etapa básica y crucial en un programa de mejoramiento genético.

El objetivo del presente trabajo es informar sobre los resultados que hasta el momento ha logrado el Instituto Forestal en propagación vegetativa de *Eucalyptus* a través de injertos, estacas y micropropagación.

2. MATERIAL Y METODO

Se evaluaron tres sistemas de propagación vegetativa; injertos, estacas y micropropagación, en diferentes especies de *Eucalyptus*, los que a continuación se detallan.

2.1 Ensayos de Injertación

Se realizaron ensayos de injertación intra e interespecíficos entre patrones y púas juveniles (plantas de vivero de 2 años), y entre patrones juveniles y púas adultas (árboles 18-21 años). La técnica de injertación utilizada fue siempre la de hendidura simple, que según antecedentes bibliográficos da buenos resultados y ha sido el método preferido para propagar las especies forestales (Burgess, 1974). En general, se puede señalar que la injertación en *Eucalyptus* se ha empleado en la preservación de brotes florales para efectuar polinización controlada y así obtener semillas de huertos semilleros, también se le utiliza para preservar un genotipo seleccionado y que se quiere propagar clonalmente o para obtener rejuvenecimiento de tejidos adultos y así lograr material para efectuar arraigamiento por estacas.

Las especies que se utilizaron como patrón o porta injerto fueron : *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*; *E. camaldulensis*; *E. cladocalyx*, *E. globulus*, *E. globulus* ssp. *maidenii*. Todas las especies se produjeron previamente en macetas, las que al momento de realizar el injerto se cortaron a unos 30 a 35 cm de altura cuidando en dejar uno o dos brotes laterales. El grosor del tallo al momento del corte fue de 0,6 a 0,8 cm. Una vez cortada la planta se procedió a efectuar la injertación. Esta se realizó con púas de plantas juveniles y adultas,, las que fueron profusamente lavadas con agua corriente y posteriormente desinfectadas en una solución de fungicida Benlate al 0,02%. Las púas juveniles se obtuvieron de *E. globulus* ssp. *bicostata*, *E. camaldulensis*, *E. cladocalyx*, *E. globulus* y *E. globulus* ssp. *maidenii*, especies que INFOR está produciendo en el vivero para sus diferentes ensayos. Las púas adultas se obtuvieron de árboles que pertenecen a las diferentes parcelas experimentales del proyecto de Introducción de Especies de INFOR (INFOR, 1986), y son los siguientes: *Eucalyptus gomphocephala*, *E. nitens*, *E. regnans* y *E. resinifera*.

Una vez realizada la unión en la que deben quedar ambos tejidos, en una perfecta unión, situación que se logra con diámetros de la púa y el patrón semejantes, se cubrió la

zona del injerto con una cinta de Teflón, cuidando que ésta no permitiera la entrada de aire o desprendimiento de las zonas de unión, posteriormente las plantas se colocaron en el invernadero.

El ensayo consistió en dos réplicas de nueve injertos por tratamiento y para evaluar los ensayos se consideró la brotación de la púa como respuesta positiva.

2.2 Ensayo de Arraigamiento de Estacas

El ensayo experimental contempló el arraigamiento de estacas de las especies *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*, *E. camaldulensis* y *E. globulus* provenientes de rebrotes de tocón. Las variables analizadas para *E. camaldulensis* fueron : origen de la estaca, tipo de sustrato y concentración de hormonas (Acido Indol Butírico (AIB) en 2000, 5000 y 8000 ppm) en condiciones ambientales controladas. En tanto que para *E. globulus* ssp. *bicostata* y *E. globulus* las variables analizadas fueron dos dosis de hormonas. 2000 y 5000 ppm de AIB, como sustrato se empleó sólo Vermiculita y las estacas provenían de material juvenil (vivero).

2.2.1 Obtención del material de ensayo

El material de ensayo se obtuvo de árboles de 16 a 20 años seleccionados de los ensayos de introducción de especies que posee INFOR en la zona del secano costero de la V Región. La elección de los ejemplares se basó en el vigor, forma, poda natural, estado sanitario y volumen según la función determinada por Opie (Opie, 1976).

Los árboles escogidos se cortaron con motosierra y se repasaron con un sierra de arco, haciendo un corte en forma de bisel (30°) y dejándolos a una altura de entre 10 a 15 cm. El corte con sierra manual se hace para evitar un desprendimiento de la corteza y destruir el tejido cambial. Para evitar daño en los brotes cada tocón se protegió con una malla de alambre de tipo hexagonal.

2.2.2 Preparación del material de ensayo

De cada tocón se seleccionaron los vástagos que no presentaban el tallo lignificado o aspecto muy herbáceo, los que se cortaron a unos 80 cm, luego se sumergieron en una caja térmica que contenía una solución de fungicida sistémico (Benlate al 5%) y trozos de hielo.

De cada vástago se obtuvieron varias estacas, aquellas que presentaban aspecto muy herbáceo se desecharon. Cada estaca elegida debía tener dos pares de hojas y un diámetro de tallo entre 2 a 6 mm. Previo a la aplicación de hormonas, las estacas se sumergieron durante 15 minutos en una solución de Benlate al 0,02%, luego se procedió a cortar las hojas en la mitad, para evitar la transpiración excesiva.

La aplicación de la hormona, consistió en introducir la base de la estaca en la solución Talco - Ácido Indol Butírico (AIB), y posteriormente se pusieron en bandejas de arraigamiento de acuerdo a los tratamientos normales.

En cada uno de los ensayos preliminares se efectuaron por lo general cinco repeticiones con cinco estacas cada una.

2.2.3 Condiciones ambientales

Cada una de las bandejas se colocaron en un invernadero bajo condiciones controladas de temperatura ambiente, temperatura del sustrato o base de la estaca, luminosidad y condiciones de humedad.

La temperatura en la base de la estaca se logró a través de una resistencia eléctrica conectada a la que está adosada a un sistema de termostato. Esta resistencia se pone en arena a una profundidad de 1 a 2 cm.

La humedad relativa alta se logra a través de un sistema de riego automático.

En el Cuadro N° 1, se detallan las condiciones ambientales durante la época del ensayo.

CUADRO 1

Condiciones Ambientales Promedios y sus Rangos

TEMPERATURA °C		HUMEDAD RELATIVA(%)	LUMINOSIDAD	
Ambiente x	Sustrato x		Fotoperíodo	Intensidad
19.3	20.8	86	12	150 uEm2/seg
14° 24°	16° 25,5°	78 90	-	140 - 180

El control de las condiciones del invernadero se registró durante dos veces al día. Para evitar contaminación desde el exterior se efectuaron aplicaciones preventivas de fungicidas sistémicos al igual que para mantener las estacas en óptimas condiciones se aplicó fertilizante foliar adosado al agua de riego. El producto utilizado fue Poliverdol (1gr/lit).

2.3 Ensayos de Micropropagación

El material utilizado para efectuar los ensayos "in vitro" se obtuvo de plantas jóvenes de hasta 24 meses, provenientes del vivero experimental de INFOR.

Las especies ensayadas fueron *E. camaldulensis* y *E. globulus*, de éstas se utilizaron segmentos nodales y apicales en unos 10 a 15 mm de longitud que contenían uno o más yemas. Previo a efectuar el ensayo, se lavaron con

abundante agua corriente, luego se desinfectaron con una solución de fungicida (Captan) al 0,02% durante 10 minutos, posteriormente se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 5% por 6 minutos y luego se enjuagaron en agua destilada estéril.

Previo a someter los segmentos nodales a cultivo se les redujo el área foliar, dejándolos con 2 a 3 medias hojas, este procedimiento no se utilizó para los segmentos apicales.

Ambos tipos de explantes o segmentos fueron cultivados en tubos y/o frascos que contenían una solución nutritiva estéril Nitsch & Nitsch o Murashige & Skoog. Si la solución nutritiva era líquida, éstos se depositaron sobre puentes de papel cromatográfico, en tanto que cuando la solución estaba en agar, se depositaron directamente sobre ella. Los tubos se colocaron en una cámara de cultivo, con un fotoperíodo de 12 horas, una luminosidad de 100 Em²/seg y una temperatura media de 23° C.

La investigación consistió en medir la capacidad rizogénica de diferentes concentraciones de ácido naftalenacético (ANA), benciladenina (BA) y ácido gibecélico (GAB).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Propagación por Injerto

En el Cuadro 2, se resumen los resultados obtenidos en la propagación por injerto. En términos generales se puede observar que las técnicas de injertación intra e interespecífica puede ser utilizada para la producción de material seleccionado de Eucalyptus.

CUADRO 2

Respuesta a la Injertación (%) de Púas Juveniles y Adultas en Patrones Jóvenes de Algunas Especies del Género *Eucalyptus*

PATRON (PORTA INJERTO)	P U A (INJERTO)			
	JUVENIL	%	ADULTO	%
<i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>bicostata</i>	<i>E. camaldulensis</i> <i>E. cladocalyx</i> <i>E. globulus</i> <i>E. globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>	25 0 50 50	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> <i>E. globulus</i> <i>E. gomphocephala</i> <i>E. nitens</i> <i>E. regnans</i>	60 40 0 10 10
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> <i>E. globulus</i>	0 66,7	<i>E. camaldulensis</i> <i>E. nitens</i> <i>E. regnans</i> <i>E. resinifera</i>	60 20 33,3 20
<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>maidenii</i> <i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i>	50 33,3	<i>E. regnans</i>	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> <i>E. camaldulensis</i>	16,7 16,7	<i>E. globulus</i> <i>E. camaldulensis</i>	60 73,3
<i>E. globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i> <i>E. cladocalyx</i>	16,7 0	<i>E. globulus</i>	0

Utilizando patrón y púas juveniles los resultados más promisorios de acuerdo a la respuesta de la injertación son: *Eucalyptus camaldulensis* x *E. globulus* con un 66,7%; *E. globulus* ssp. *bicostata* x *E. globulus* con un 50% ; *E. globulus* x *E. globulus* ssp. *maidenii* con un 50% y por

último *E. cladocalyx* x *E. globulus* ssp. *maidenii* con un 50%; no existiendo en cambio respuesta positiva para *E. globulus* ssp. *bicostata* x *E. cladocalyx*; *E. camaldulensis* x *E. globulus* ssp. *bicostata* y *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* x *E. cladocalyx*.

La respuesta más promisoría cuando se utilizó patrón juvenil y púa adulta es la siguiente : *Eucalyptus globulus* x *Eucalyptus camaldulensis* (73,3%); *E. globulus* ssp. *bicostata* x *E. globulus* ssp. *bicostata* (60%); *E. camaldulensis* x *E. camaldulensis* (60%) y *Eucalyptus globulus* x *E. globulus* (60%), los que en su mayoría son injertos intraespecíficos.

Las bajas respuestas obtenidas hasta el momento, en algunos injertos de *Eucalyptus*, es posible que se deban a un rechazo entre patrón e injerto, pues existen antecedentes de este fenómeno en algunas especies de este género (Cauvin y Marien, 1978; Cauvin, 1981; Burgess, 1974; Hartney, 1980).

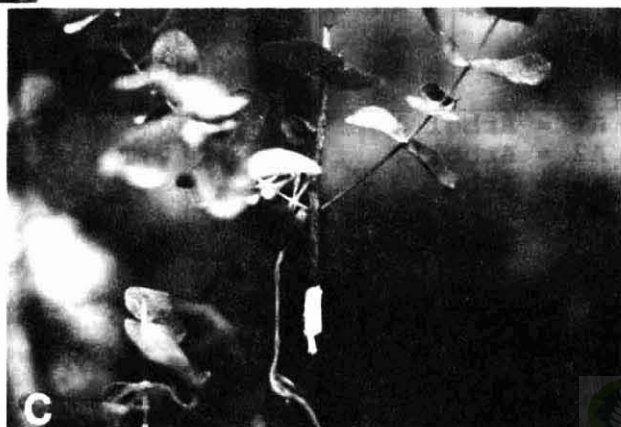
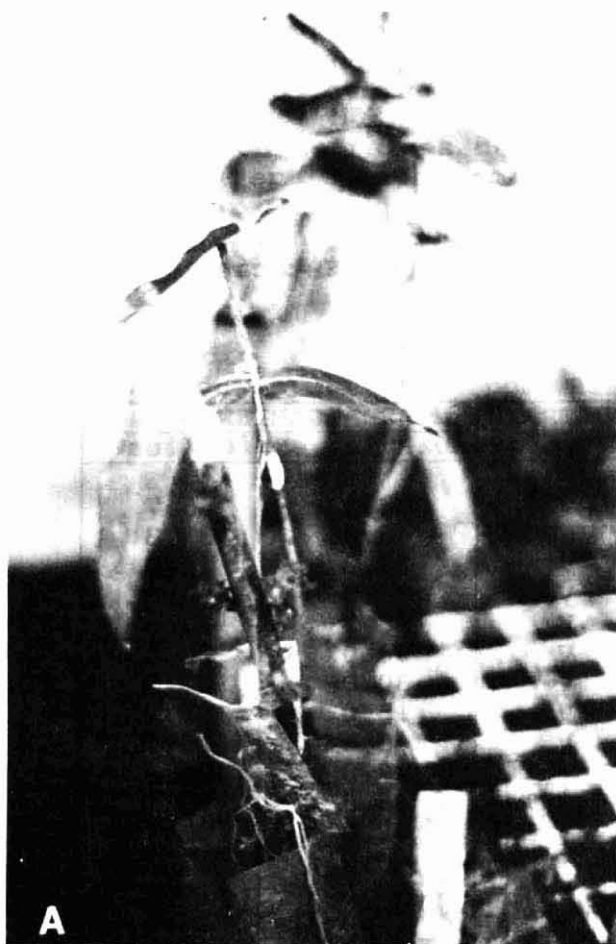
No se observó a simple vista síntomas de rechazo, con los tejidos injertados. Aún cuando éstos a veces no son siempre visuales, no se puede rechazar la posibilidad de que factores inherentes al patrón y/o púa, condicionen la respuesta. Otros factores que pueden estar condicionando el éxito de esta técnica son : habilidad del operador, cuidados generales y condiciones ambientales.

Por último y tal como se señala en la literatura, cuando cualquiera de los factores intrínsecos o extrínsecos a dicho proceso se manifiesta en forma desadecuada, fracasa la respuesta a esta técnica (Hartmann, H. y Kester, 1981).

FIGURA 1

Injertos en Diferentes Especies de Eucalyptus

- A : Eucalyptus camaldulensis x E. camaldulensis (adulto)**
B : Eucalyptus globulus x E. globulus (adulto)
C : Eucalyptus globulus ssp. bicostata x E. globulus (juvenil)



3.2 Arraigamiento de Estacas

3.2.1 Arraigamiento de estacas de E. camaldulensis

En el Cuadro 3 se detallan los valores expresados en %, de los diferentes tratamientos, que se ensayaron en *Eucalyptus camaldulensis*. El diseño estadístico para evaluar los resultados, fue un factorial al azar con tres repeticiones en el que cada unidad experimental estuvo constituida por 5 estacas.

CUADRO 3

**Resultados de Arraigamiento (%) de Estacas
de Eucalyptus camaldulensis**

TRATAM.	ARBOL N°	DOSIS(ppm) HORMONA(AIB)	SUSTRATO	ARRAIGAMIENTO %	
				Raíz	Callos
1	A1	2000	V	33,3	46,7
2	A1	5000	V	46,6	33,3
3	A1	8000	V	33,3	6,7
4	A2	2000	V	80,0	0,0
5	A2	5000	V	33,3	13,3
6	A2	8000	V	30,0	20,0
7	A3	2000	V	30,0	33,3
8	A3	5000	V	13,0	6,7
9	A3	8000	V	6,6	13,3
10	A1	2000	V + T	27,0	20,0
11	A1	5000	V + T	46,6	20,0
12	A1	8000	V + T	33,3	40,0
13	A2	2000	V + T	40,0	13,3
14	A2	5000	V + T	60,0	20,0
15	A2	8000	V + T	27,0	20,0
16	A3	2000	V + T	0,0	66,7
17	A3	5000	V + T	30,0	13,3
18	A3	8000	V + T	13,3	6,7

A1 = Arbol 1

V = Vermiculita

A2 = Arbol 2

V+T = Vermiculita más Turba

A3 = Arbol 3

En las Figuras 2 y 3, se presentan los porcentajes de arraigamiento, expresados en formación de raíces y callosidades, según los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANDEVA), sólo se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre las procedencias de los árboles de donde provenían las estacas. No se detectaron diferencias significativas en las concentraciones de hormona, en el tipo de sustrato y en las interacciones de los factores ($p < 0,01$).

En el árbol N°2, se obtuvo un arraigamiento expresado como formación de raíces de un 80% con una dosis de 2000 ppm de AIB y vermiculita como sustrato (tratam. 4). El segundo mejor resultado de arraigamiento, 60%, corresponde a la combinación de 5000 ppm de AIB y vermiculita y Turba (tratam. 14).

Respecto a la formación de callos, (66%), se obtuvo con una dosis de 2000 ppm AIB y vermiculita y turba como sustrato, y un 46% en el árbol N°1 con 2000 ppm, y vermiculita como sustrato.

FIGURA 2

ARRAIGAMIENTO DE ESTACAS
Eucalyptus camaldulensis
(formación de raíces)

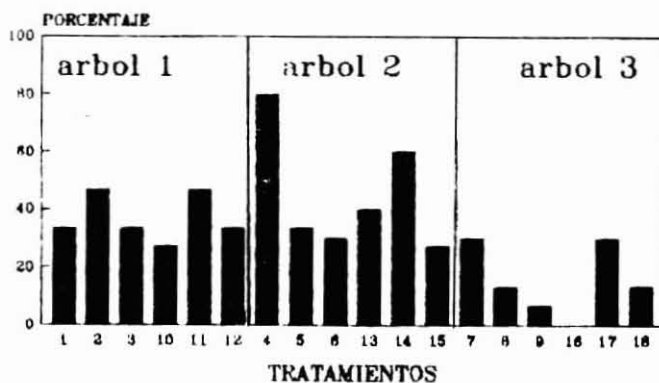
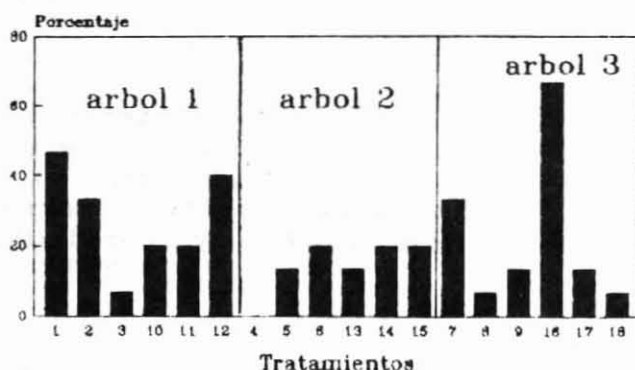


FIGURA 3

ARRAIGAMIENTO DE ESTACAS
Eucalyptus camaldulensis
(formación de callos)



3.2.2 Arraigamiento de estacas de *Eucalyptus globulus* y *E. globulus* ssp. *bicostata*

El arraigamiento y formación de callosidades en estacas de estas dos especies, aparecen en las Figuras 4 y 5 adjuntas. La formación de raíces no superó el 40% en ninguna de las concentraciones utilizadas, sin embargo la formación de callo en la base de las estacas fue cercana al 80%. En estudios histológicos realizados durante el proceso de arraigamiento en *Eucalyptus globulus*, muestran que previo a la formación de raíces se induce la formación de callo, este mecanismo, es posible que se deba a los altos porcentajes de infección con hongos que presentan las estacas, las que dañan y necrosan los tejidos. Se han identificado especies de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Ulocladium*, los que proliferan muy rápidamente en las condiciones ambientales del invernadero donde se realizan los ensayos.

Esta situación no se aprecia en las otras especies ensayadas, como ser *Eucalyptus camaldulensis*, pues ésta tiene una gruesa pared lignificada que le brinda una mayor resistencia que no tienen las otras especies.

FIGURA 4
ARRAIGAMIENTO DE ESTACAS
Eucalyptus globulus

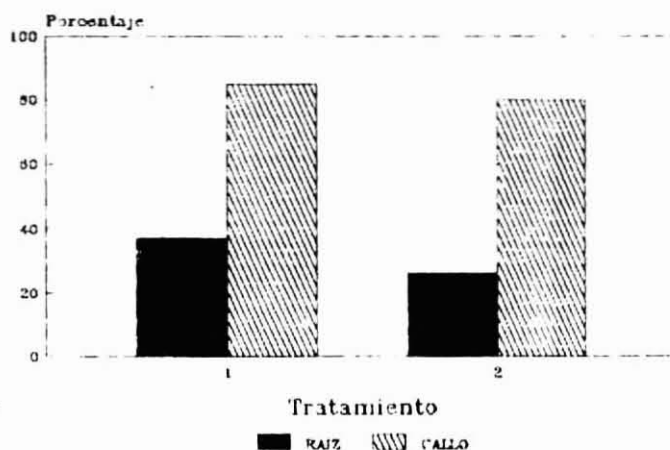
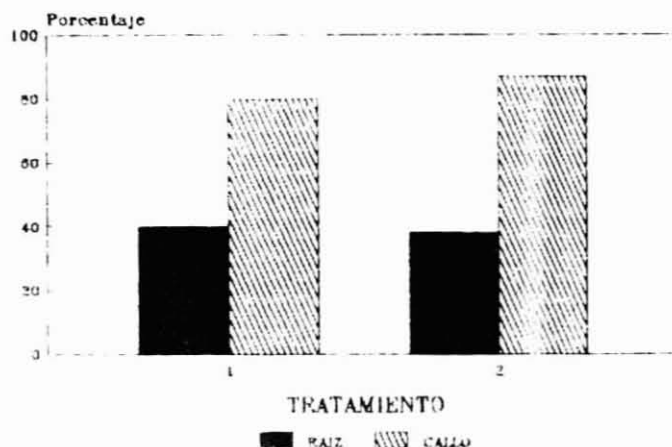


FIGURA 5
ARRAIGAMIENTO DE ESTACAS
Eucalyptus globulus ssp bicostata



3.3 Micropropagación "In Vitro"

3.3.1 Micropropagación de E. camaldulensis

Los estudios de micropropagación "in vitro", se iniciaron con *E. camaldulensis*, evaluando la capacidad regenerativa de la especie frente a tres fitohormonas.

Los resultados más relevantes aparecen en el Cuadro N° 4, en el que se detallan los valores obtenidos en % de brotación, formación de callo y rizogénesis.

CUADRO 4

**Micropropagación In Vitro de *Eucalyptus camaldulensis*
a partir de Segmentos Nodales y Apicales**

TRATAMIENTO	FITOHORMONAS (mg/l) *			RESPUESTA OBSERVADA %		
	ANA	BA	GA3	Brotac.	Callos.	Rizogén..
1	-	0,1	0,01	52	8	0
2	0,01	0,1	-	96	60	62
3	0,1	0,01	-	90	75	82
4	0,3	0,1	0,01	85	94	42

El número de explantes empleados fue de 40 por cada combinación de fitohormonas.

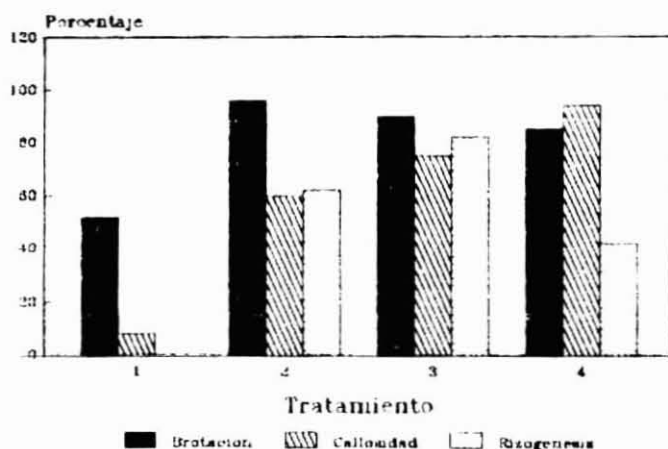
* Medio de cultivo líquido Nitsch & Nitsch, 1969.

Del cuadro anterior se observa que se pudo inducir a brotación los segmentos entre un 52 a 96%, dependiendo de la combinación de fitohormonas. Los porcentajes más altos logrados son aquellos que contenían sólo ácido naftalenacético (ANA) y beniladenina (BA). Por otra parte en todas las combinaciones que tenían ácido naftalenacético (0,01 a 0,3 mg/l) se logró inducir raíces en un porcentaje que varió entre un 42 a 82%. De las plantas con raíces formadas es interesante destacar que éstas eran numerosas y mostraban un muy buen desarrollo.

Muchos de los segmentos cultivados lograron formar callos, pero no raíces, en especial aquellos en que los tratamientos tenían en su combinación ácido giberelico (GA3). Por último, el porcentaje de regeneración más alto en esta especie se consiguió con una relación auxina, citoquinina de 0,1 y 0,01 mg/l respectivamente (Trat. 3).

En la Figura N°6, aparecen los distintos valores de las morfogénesis de : brotación, callosidad y rizogénesis, de *E. camaldulensis*, expresado como porcentaje.

FIGURA 6
MICROPROPAGACION IN VITRO
Eucalyptus camaldulensis



3.3.2 Micropropagación de *Eucalyptus globulus* y *E. globulus* ssp. *bicostata*.

Las respuestas morfogénicas "in vitro" de estas dos especies, está actualmente en investigación. Los ensayos realizados dicen relación con el empleo de dos medios de cultivos y varias combinaciones de fitohormonas. El número de explantes cultivados por cada combinación de hormonas es de 25.

Los valores obtenidos, expresados como % de brotación y callosidad aparecen en el Cuadro N° 5.

CUADRO 5

Respuesta Morfogénica In Vitro de *E. globulus*
y *E. globulus* ssp. *bicostata* en Dos Medios de Cultivo

TRAT.	MEDIO * CULTIVO	FITOHORM. (mg/l)		BROTACION %		CALLOSIDAD %	
		ANA	BA	E.glob.	E.glob.bic.	E.glob.	E.glob.bic.
1	MS	0,01	0,1	65	65	35	30
2		0,1	0,01	65	50	60	45
3		1	0,01	95	100	100	80
4	N	0,01	0,1	65	70	45	40
5		0,1	0,01	70	45	55	50
6		1	0,01	90	90	80	80

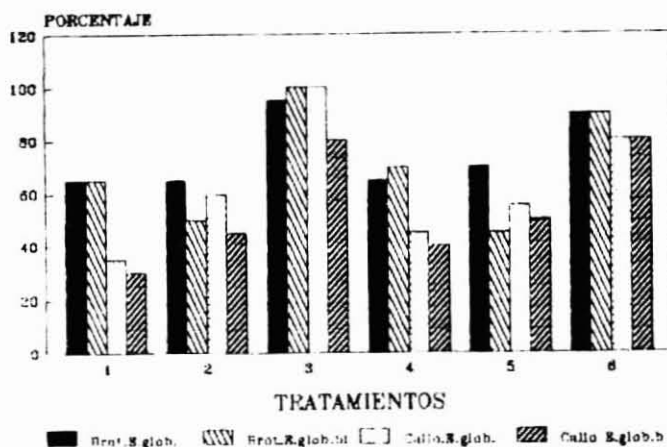
* MS = Murashige - Skoog (1962)

N = Nitsch and Nitsch (1969)

la Figura N° 7, muestra las respuesta de brotación y callosidad expresada como porcentaje de las dos especies en estudio.

FIGURA 7

MICROPROPAGACION IN VITRO
E.globulus, E.glob.ssp bicostata



Tal como se aprecia en el cuadro y figura anteriores hasta la fecha se ha conseguido inducir a brotación y formación de callos en ambas especies, en todos los tratamientos evaluados. El mejor medio de cultivo ha resultado ser el de Murashige Skoog (MS) modificado con una combinación de 1 y 0,01 mg/l de ANA y BA (Tratamiento 3). Sin embargo, no se descarta el cultivo Nitsch and Nitsch, pues también se han logrado resultados positivos con la misma combinación de hormonas (Tratamiento 6).

4. CONCLUSIONES

El sistema de hendidura simple, como método de injertación ha sido el que ha dado los mejores resultados en los diferentes ensayos que se han efectuado hasta el momento.

De los ensayos de arraigamiento de estacas, *E. camaldulensis*, es la especie que ha arrojado los mejores resultados en formación de raíces. Sin embargo, *E. globulus* y *E. globulus* ssp. *bicostata*, a pesar que no superaron el 40% en formación de éstas, muestran interesantes perspectivas para propagarlas a través de este sistema, si se logra superar el problema de infección por hongos durante las primeras etapas del establecimiento.

La micropropagación in vitro de segmentos nodales y apicales, a pesar de que es una técnica que se está empleando recientemente en las especies del género *Eucalyptus*, ha resultado muy interesante pues los resultados así lo indican, en la especie *E. camaldulensis*. En efecto, en esta especie se logró formar un 82% de raíces con uno de los tratamientos ensayados.

Esta perspectiva se torna muy auspiciosa para otras especies del género *Eucalyptus* pues permitiría propagar una gran cantidad de clones a una tasa superior a la que se logra con los resultados tradicionales de propagación por estacas.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Sr. Jaime Espejo C., Técnico Forestal, su valioso aporte en la realización de las diferentes etapas de la investigación.

6. BIBLIOGRAFIA

- Burgess, I.P. 1974. Vegetative Propagation of *Eucalyptus grandis*. N2 J. For. Sci. 4: 181 - 184.
- Celbi. 1982. Propagacao Vegetativa do *Eucalyptus globulus*. Celulosa Beira Industrial (CELBI). SARL Departamento Florestal. Figueira da Foz, Portugal.
- Campinhos, E. 1987. Propagacao Vegetativa do *Eucalyptus* por Enraizamento de Estacas. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina. CIEF, Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales.
- Cauvin, B. y Marien, J.N. 1978. La Multiplication Vegetative des *Eucalyptus* en France. Quelques aspects de la juvénileté et de la réjuvénilization. Annales AFOCEL.
- Cauvin, B. 1981. Réjuvénilization - Multiplication d'ortes séniles *Eucalyptus*. Annales AFOCEL. pp. 74-105.
- Chaperon, H. et al. 1987. Vegetative Propagation of *Eucalyptus*. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina, CIEF. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales.
- Duran - Creswell et al. 1985. Vegetative Propagation of *Eucalyptus*. In : Bonga, JM and Durzan, D.J. ed. Tissue Culture in Forestry. The Netherlands, Martinus Nihjhoff. pp. 150 - 181.
- Elridge, K.G., Cromer, R.N. 1987. Adaptation and Physiology of *Eucalyptus* in Relation to Genetic Improvement. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina, CIEF. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales. pp. 85 - 100.
- FAO. 1981. El Eucalipto en la Repoblación Forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

- Hartmann, H.T. and Kester.** 1981. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas.
- Hartney, V.S.** 1980. Vegetative Propagation of the Eucalyptus. In: Aust. For. Res. 10 : 191 - 211.
- INFOR.** 1986. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Santiago, Chile. Gerencia de Desarrollo, CORFO AF 86/32. 167 p.
- Murashige and Skoog.** 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol Plant 15 : 473 - 497.
- Nitsch, J.P. and Nitsch, C.** 1969. Haploid plants from pollen grains. Science 1963. pp. 85 - 87.
- Opie, J.E.** 1976. Volume Functions for Tree of all Sizes. In Australia Forest Comm. Technical Paper 25. p : 27 - 30.
- Papertree - Economics.** 1985. More over Softwood Kraft. Vancouver, Canadá.
- Rojas, P. et al.** 1987. Propagación Vegetativa por Estacas en Eucalyptus camaldulensis Dehnh. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR - CORFO, Chile. p. 1 - 10.
- Touzet, G.** 1980. La Culture Clonale Intensive. Annales. AFOCEL. pp. 1 - 9.

THE COLLECTION, STORAGE, PRE-SOWING TREATMENT AND
PROCUREMENT OF EUCALYPT SEED

VIII

S.J Midgley (*)

ABSTRACT

Eucalypts are the world's most widely planted hardwood trees. Provision of seed of the highest physiological and genetic quality is basic to making the best use of the diverse natural eucalypt resource. Successful seed collection requires a knowledge of the unusual reproductive morphology and seed development within the genus. Prerequisites for selection of mother trees and the specialised techniques for seed collection, handling and storage are discussed in this paper.

The experience and services offered by the Australian Tree Seed Centre of CSIRO's Division of Forestry and Forest Products have been of great benefit to those wishing to make the best use of eucalypts and a collaborative program of genetic sampling is suggested.

(*) Officer - in - Charge. Australian Tree Seed Centre. CSIRO Division Of Forestry & Forest Products. Canberra ACT. - Australia.

Introduction

Eucalypts dominate most of the natural forests of Australia. There are over 500 known species and only two, Eucalyptus deglupta and E. urophylla, do not occur naturally in Australia. In Australia, eucalypts have provided wood for many structural purposes, for posts, poles, railway sleepers and firewood, and raw material for paper and hardboard.

Outside Australia eucalypts are now the most widely planted hardwood trees. Many species have been cultivated and large diverse industries are based on E. camaldulensis, E. globulus and E. grandis. Initially eucalypts were planted mainly as ornamentals, but they were soon found to be useful for firewood, pulp, shade and shelter, posts, poles and sawn timber.

Although there have been some recent advances in the techniques of vegetative propagation of eucalypts, seed still provides the easiest and most successful means of regenerating natural forests and raising the nursery stock for plantations.

There are currently over 6 million hectares of eucalypt plantation in the world and this area is expanding as the economic importance of the genus grows. Efficient methods of selecting and collecting high quality seed and its subsequent handling, storage and treatment prior to sowing are all elements of the disciplined silviculture required for successful establishment of eucalypt plantations.

This paper describes the development of eucalyptus seed, factors to consider before undertaking seed collection and methods of collection, handling and storage. It stresses the need for sound genetic foundations in tree improvement programmes. The role of the Australian Tree Seed Centre in making the best use of the natural eucalypt resource is discussed.

Reproductive sequence and seed development

There is great diversity between species in their reproductive structures and the size, shape and colour of the flower buds, open flowers and fruit, and particular combinations of these are used in taxonomic classification of the genus.

Recognition of these characteristics helps the timing and methods of seed collection. An example of the reproductive process whereby flowers develop into fruit in which seed are formed is represented in Figure 1.

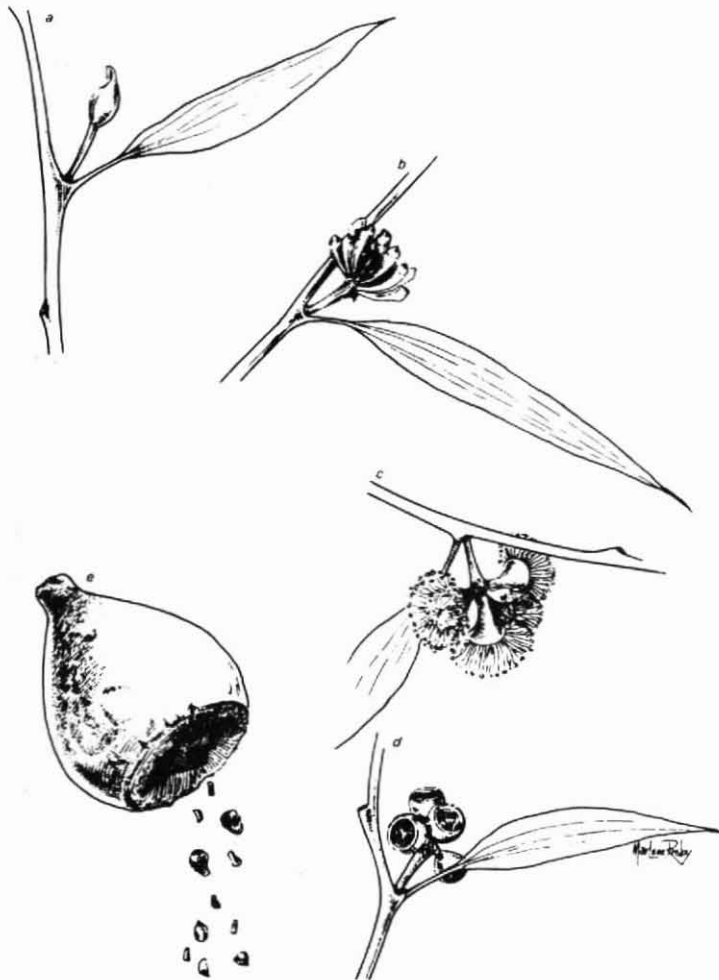


Fig. 1 The reproductive sequence in Eucalyptus pauciflora
 (a) The young inflorescence (x 0.4)
 (b) Developing flower buds (x 0.4)
 (c) Flowers (x 0.4)
 (d) Fruit (x 0.4)
 (e) A fruit (x 1.6) shedding seed

The reproductive cycle commences with initiation of an inflorescence bud, usually in the axil of a young leaf. The inflorescence bud consists of a single stalk bearing one, three, seven, eleven or more flower buds surrounded by protective bracts. The bracts are shed as the flower buds grow to reveal a cluster or umbel of floral buds.

The stalked floral buds have few conspicuous external features. The base consists of a hollow receptacle, the hypanthium, and this is surmounted by a calyptra (operculum), a cone-like structure formed by a fusion of sepals or petals or both. Internally the bud includes stamens and ovary, essential structures of a bisexual flower. The male reproductive structures, the stamens, consisting of a filament and anther, are attached to a band of tissue, the staminophore. In some eucalypt species the outer filaments do not produce pollen. The female structure is the ovary with its style and stigma. The ovary is wholly or partly embedded in the hypanthium and consists of chambers containing the ovules (see Figure 2). Radial walls, septa, divide the ovary into two to six (commonly four) chambers or loculi. A central, vertical, basally attached column bears the placentae, one per loculus, on which ovular structures are borne in rows (see Figure 3), the number varying according to the species.

The ovular structures are of different types (Carr & Carr 1962). Those towards the base of the placenta are the ones most likely to become viable seed, while those towards the top comprise sterile structures (ovulodes) and ovules that have little chance of being fertilised.

At anthesis the operculum is shed and the anthers unfold. At this time the anthers have mature pollen, but the stigma does not become receptive until some days later, a sequence that impedes self-pollination. While this process is largely effective in preventing self-pollination of a single flower, it is less so over a whole tree because of the varying time of anthesis in different flower clusters. Even within a cluster, anthesis may be spread over several days. There is little doubt that although eucalypts are preferential outcrossers (Brown *et al* 1975; Moran and Bell 1983) a degree of self-fertilisation does take place. *Eucalyptus* flowers are mainly insect-pollinated, although they are not highly specialised for these vectors. Birds are important pollinators of some species, and small mammals may also play a role. Nectaries, important in attracting pollinators, occur in eucalypt flowers but are little understood (Carr and Carr 1987).

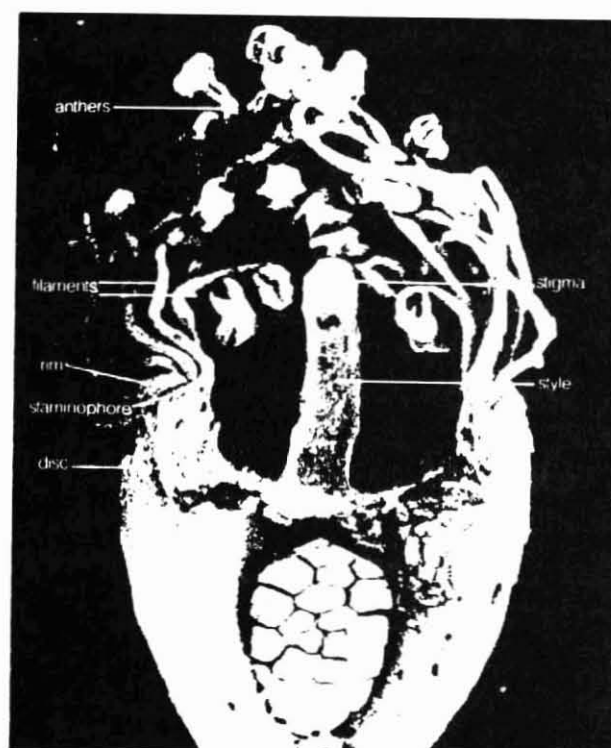


Fig. 2 Dissected flower of *E. microtheca* showing reproductive structures (x 30).

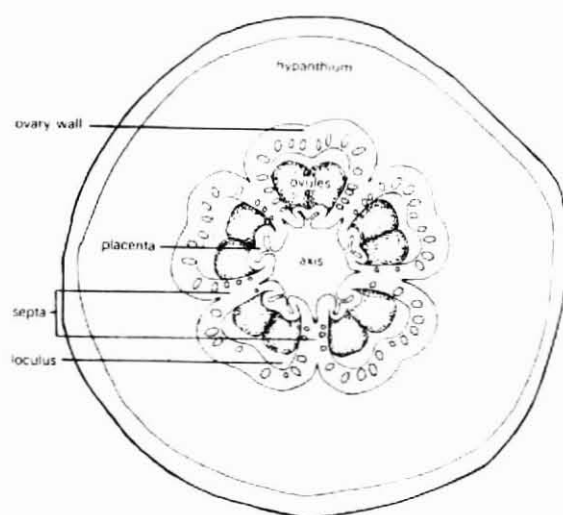


Fig. 3 Cross-section of an ovary of *E. preissiana* showing reproductive structures (x 30).

Eucalypt seed shed from the capsule is a mixture of viable seeds, derived from fertilised ovules, and chaff including unfertilised ovules and ovulodes. This mixture forms the eucalypt seed sold commercially. The fraction of viable seeds in such a mixture is usually less than 20 per cent. Individual fruit usually have from 2 to 10 viable seed (Grose & Zimmer 1958a; Turnbull 1979; Boland et al. 1980). In some species the seed and chaff are different in size, shape and colour, but in other species they are so alike as to make their separation extremely difficult.

A viable eucalypt seed consists of an embryo within a protective envelope, the testa or seed coat. There is no endosperm, so that when germination takes place the newly-emerged seedling is entirely sustained by the photosynthetic cotyledons. The seed coat is derived from the ovule integuments, and these undergo changes in structure, hardness and colour during maturation. A scar, the hilum, is left on the seed coat at the point where the seed breaks away from the placenta prior to dehiscence. The hilum may be ventral or terminal, conspicuous or inconspicuous, white or coloured. The seed morphology of many eucalypt species is illustrated by Boland et al. (1980).

The morphological development of buds, flowers and fruit leading to the development of mature seed takes place over a few months or can be extended to several years according to the species. In Eucalyptus regnans the period from bud development to seed maturation takes three years, and seed fall is spread over another two years (Cremer et al. 1978), so that a single branch may bear five or more mature and immature crops simultaneously. In other species the development is much briefer. For example, E. deglupta can initiate and complete two seed crops within one year. Many eucalypts shed their seed within months of maturity, but others retain it for two or more years, building up a large store of seed in the tree crown. Such a store tends to counteract year-to-year variation in seed set and ensure that some seed will be available for regeneration after a fire at any time.

In exotic environments the phenology of many species can radically change from the distinct natural patterns of flowering and seeding to broad, all-year occurrence of flowering. This considerably increases the potential for hybridisation (Pryor 1976).

Site and tree selection for seed collection

The choice of trees for sampling depends primarily on the purpose for which the seed are being collected. Seed may be required for afforestation programs, for provenance trials or for biosystematic studies.

It is important that circumstances conducive to inbreeding be avoided during seed collection to ensure subsequent plantations have a wide genetic base. Eldridge (1985) recommended that where seed is being collected from the natural forest, collect only from stands of trees following heavy flowering. Particularly avoid isolated trees which may carry heavy, easily collected but genetically undesirable crops of inbred seed. Where contractors are employed for seed collection this prescription must be adequately supervised. Since inbreeding depression may result from matings between relatives as well as from selfing, and natural stands often consist of family groups of related trees, seed quality will be enhanced by collecting seed from plantations or direct-seeded forest derived from genetically diverse seed. Plans should therefore be made to manage certain stands specifically for seed production. Collection in the natural forests should then be phased out.

Where seed is collected from planted trees, avoid collecting from isolated trees or small plantations (e.g. wind-breaks) and collect from a substantial number of trees (15+) and bulk the seed. Keep a record of these collections, and avoid collecting from plantations where it is known that the seed was derived only from one or a few parents - otherwise a high proportion of matings between relatives can be expected.

For research purposes the aim may be to sample the full range of variability within a species or, alternatively, to select trees of superior form, disease resistance, etc. In sampling for genetic variability a grid system, as used by Green (1971) for E. obliqua, may be appropriate. In this method a grid is placed over a map showing the distribution of the species and a predetermined number of collection sites is randomly selected within the grid. In the CSIRO Division of Forestry and Forest Products, sites for the collection of seed for provenance trials are chosen subjectively using available information on morphological variation and environmental gradients.

The provenance concept has proven value as long as knowledge of geographic origin conveys information regarding the adaptive and productive characteristics of a