

**RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ENSAYO DE
ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE
*Eucalyptus globulus ssp. globulus***

Roberto Ipinza C. (*)
Braulio Gutiérrez C. (**)

RESUMEN

*Se evalúa el arraigamiento de estaquillas de tallo de **Eucalyptus globulus ssp. globulus** confeccionadas con brotes desarrollados en plantas de dos temporadas de vivero, tratadas con altas dosis de auxinas y en condiciones ambientales controladas de luz, temperatura del sustrato, temperatura ambiental, humedad relativa y riego automático.*

Se analiza la variabilidad en la aptitud de enraizamiento a nivel de individuo, familia y procedencia, con el objeto de verificar la hipótesis de trabajo y confirmar un protocolo inicial de arraigamiento para esquejes de esta especie.

Palabras claves: ***Eucalyptus globulus ssp. globulus**, Propagación vegetativa, enraizamiento de estaquillas.*

(*) Dr. Ing. de Montes. Jefe División Silvicultura Instituto Forestal.

(**) Ing. Forestal (e). Licenciado en Cs. Forestales UCH.

ABSTRACT

Rooting of Eucalyptus globulus ssp. globulus cuttings is evaluated. Cuttings were obtained from second growth stem of two year old seedlings in the nursery and were treated with high rates of IBA.

In a greenhouse environmental conditions, such as light, soil temperature, air temperature, relative humidity and irrigation were controlled.

The variability in the rooting aptitude of families, provenances and single trees is analyzed in order to individualize those with higher rooting potential and to develop initial methodologies for rooting cuttings of this species.

Keywords: *Eucalyptus globulus ssp. globulus. Agamic propagation. Rooting of cuttings*

INTRODUCCION

En el presente los eucaliptos han incrementado su importancia en la producción de madera, pulpa y papel en el mundo, distinguiéndose como uno de los cultivos forestales más productivos (Durand-Creswell et al., 1982).

Las especies de este género presentan rápido crecimiento y una madera densa que las hace muy atractivas para el sector productivo forestal. Por otra parte, resulta notable en estas especies la gran variabilidad intra e interespecífica que presentan en características tales como producción de biomasa, tasa de crecimiento, resistencia a enfermedades, heladas y déficit hídrico entre otras. En este sentido, su multiplicación vegetativa brinda una serie de ventajas en relación a la propagación por semillas, especialmente en aspectos de mejora genética, pues posibilita la transmisión de importantes características que por su baja heredabilidad no se traspasan eficientemente a la descendencia por vía sexual.

Características favorables como tasa de crecimiento, producción de biomasa, productividad, calidad de pulpa, contenido de celulosa y otras, se pueden mantener y transmitir con técnicas de multiplicación vegetativa, por esto su uso en la multiplicación de individuos seleccionados por productividad o resistencia a condiciones desfavorables es una etapa básica y crucial en los programas de mejora genética para futuras plantaciones comerciales (Campinhos e Ikemori, 1983; Campinhos, 1987; Cauvin y Marien, 1978; Potts y Potts, 1986).

Con respecto a estas consideraciones, es importante destacar que la multiplicación vegetativa no constituye un sustituto para la propagación por semilla, si no que por el contrario, es un complemento en la explotación de los mejores genotipos. Por otra parte, si bien la multiplicación clonal permite obtener una ganancia genética superior y, además, utilizarla de inmediato en plantaciones, huertos semilleros o bancos clonales, mientras que la propagación convencional sólo puede utilizar una parte limitada de la variación genética (varianza aditiva) y requiere de varias generaciones para lograr un incremento equivalente en la productividad (Bonga, 1982; Lindgren, 1977), tampoco se desconoce que la reproducción sexual es la única fuente de



variación capaz de encontrar nuevos árboles superiores. Por lo mismo, la decisión de utilizar, en el corto plazo una u otra vía, dependerá en última instancia de una evaluación económica. Esta evaluación deberá considerar las ganancias genéticas esperadas asociadas a cada alternativa y como estas se relacionan con las inversiones en infraestructura que cada una de ellas requiere. Sólo después de este análisis y en función de la relación beneficio-costos, se podrá determinar cual alternativa de reproducción utilizar.

También es destacable que todos los métodos de multiplicación vegetativa han sido probados en eucalipto, pero el más difundido es el enraizamiento de estaquillas, el que se aplica en varios países, especialmente en programas de mejoramiento para aumentar la producción de pulpa. Los resultados más notables se han logrado en el Congo y Brasil, donde se han instalado extensas plantaciones clonales a nivel comercial, de muy alta productividad. En Aracruz, Brasil, usando esta técnica se han propagado clones que han permitido aumentar el rendimiento de los bosques en un 112%, obteniéndose plantaciones uniformes, con excelente poda natural, contenidos de celulosa superiores al 50% e incrementos medios anuales de sobre 70 m³/ha (García, 1984; Zobel et al., 1983). En forma análoga, en el Congo, el promedio de productividad se mejoró en menos de 10 años desde 7 - 10 m³/ha/año hasta 40 - 45 m³/ha/año como resultado de la silvicultura clonal (Franclet, 1983).

Actualmente en el mundo se producen millones de plantas por el sistema de estaquillado, principalmente especies subtropicales como **Eucalyptus grandis**, y una proporción menor, aunque creciente, de especies de zonas templadas como **E. globulus**. La técnica de propagación vegetativa se está desarrollando muy velozmente y probablemente reemplazará a la producción tradicional de plantas en un futuro muy cercano (Chaperon, 1987; Rojas et al., 1987). Efectivamente, empresas tan importantes como la APPM de Australia, CELBI de Portugal y ENCE en España, entre otras, ya exhiben programas operativos con esta última especie.

Los espectaculares resultados obtenidos en aquellos países donde la producción de plantas por arraigamiento de estacas es ya una realidad, son el fruto de largos años de investigación en técnicas de enraizamiento y selección individual de ejemplares deseables para el cultivo clonal. En Chile esta actividad es aún incipiente y el corto plazo desde que se iniciaron los trabajos, sumado a la alta variabilidad intraespecífica propia de las especies del género **Eucalyptus**, hacen suponer que pasará algún tiempo antes de obtener resultados de la magnitud de los logrados en los países antes mencionados.

Las directrices de la investigación se orientan por ahora a la identificación

de individuos superiores, evaluando su capacidad de enraizamiento y, por otra parte, a la evaluación masiva de la aptitud rizogénica del recurso disponible, con el objeto de identificar a aquellos individuos que presentan altas tasas de enraizamiento, ya sea para su utilización directa en multiplicación comercial, o como partícipes de cruzamientos controlados con ejemplares de características deseables. De estos cruzamientos se puede esperar la obtención de progenies que presenten simultáneamente las características deseadas y una alta tasa de enraizamiento que permita su multiplicación vegetativa masiva.

El Instituto Forestal importó desde Australia una completa colección de procedencias y progenies, la cual está siendo probada en cuatro ensayos ubicados en las Regiones VI, VII, VIII y X, con el objeto de identificar procedencias, familias o individuos sobresalientes para alguna característica deseable. Esta colección está compuesta por unas 30 procedencias de semilla y alrededor de 10 progenies por cada procedencia. Sobre la base de resultados iniciales de crecimiento en estos ensayos, se seleccionaron, de entre las mejores, 10 procedencias con 4 progenies cada una para la realización del ensayo de arraigamiento, con el objeto esta vez de individualizar aquellas con mayor aptitud para la propagación vegetativa.

El presente artículo contiene los aspectos metodológicos iniciales contemplados en el establecimiento del ensayo de enraizamiento de estacas, así como también los resultados y discusiones que de él se desprenden.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de las variables procedencia, familia e individuo, sobre la aptitud para el enraizamiento de estaquillas de *E. globulus* ssp. *globulus* tratadas con altas dosis de Acido β -Indolbutírico (AIB).



MATERIAL Y METODO

Material para Arraigamiento

El trabajo experimental contempló el arraigamiento de esquejes confeccionadas con los brotes desarrollados en plantas de eucalipto de dos años en vivero. Estas plantas habían sido cortadas a dos centímetros sobre el nivel del suelo para inducir en ellas la formación de tales brotes (Septiembre 1991), luego se realizó una selección (Enero 1992), eliminando el exceso de ellos y favoreciendo el desarrollo de sólo cuatro vástagos por planta.

Considerando el desarrollo en altura exhibido en los ensayos de terreno, se seleccionó como fuente de material a 10 procedencias australianas, cada una de las cuales se representó con cuatro familias o progenies, las que a su vez contemplaron cinco individuos cada una. En el Cuadro N° 1 se puede apreciar la identificación del material considerado y en la Figura N° 1 su distribución geográfica en su región de origen.

El ensayo se estableció en el mes de Abril de 1992 en invernadero, las variables son procedencia, progenie e individuo y quedan constantes todas las variables ambientales, de concentración de auxinas, etc.

Cuadro N°1

PROCEDENCIAS Y PROGENIES UTILIZADAS

N° Proced.	Lote de Semillas	Lugar de Colecta	Lat. S	Long. E	Alt (msnm)	Progenies			
						1	2	3	4
1	16223	Calder TK, Otway NP. VIC	38° 46'	143° 32'	200	1	2	3	4
2	16224	Parker RD, Otway NP. VIC.	38° 49'	143° 34'	145	5	7	8	10
3	16240	Otway State Forest. VIC.	38° 45'	143° 27'	150	13	15	17	29
4	16319	Jerralang North. VIC.	38° 19'	146° 33'	220	32	33	34	43
6	16399	Wilson Promontory Lighthouse. VIC.	39° 8'	146° 25'	60	67	69	70	73
14	16417	N Cape Barren Island. TAS	40° 22'	148° 13'	20	120	121	122	123
15	16419	NW Cape Barren Island. TAS.	40° 21'	148° 7'	20	125	126	127	128
18	16424	King Island. TAS	40° 0'	144° 0'	60	139	140	141	142
23	16431	Central Flinders Island. TAS	40° 2'	148° 1'	190	156	159	160	161
27	16470	Moogara. TAS	42° 47'	146° 55'	500	171	172	174	176

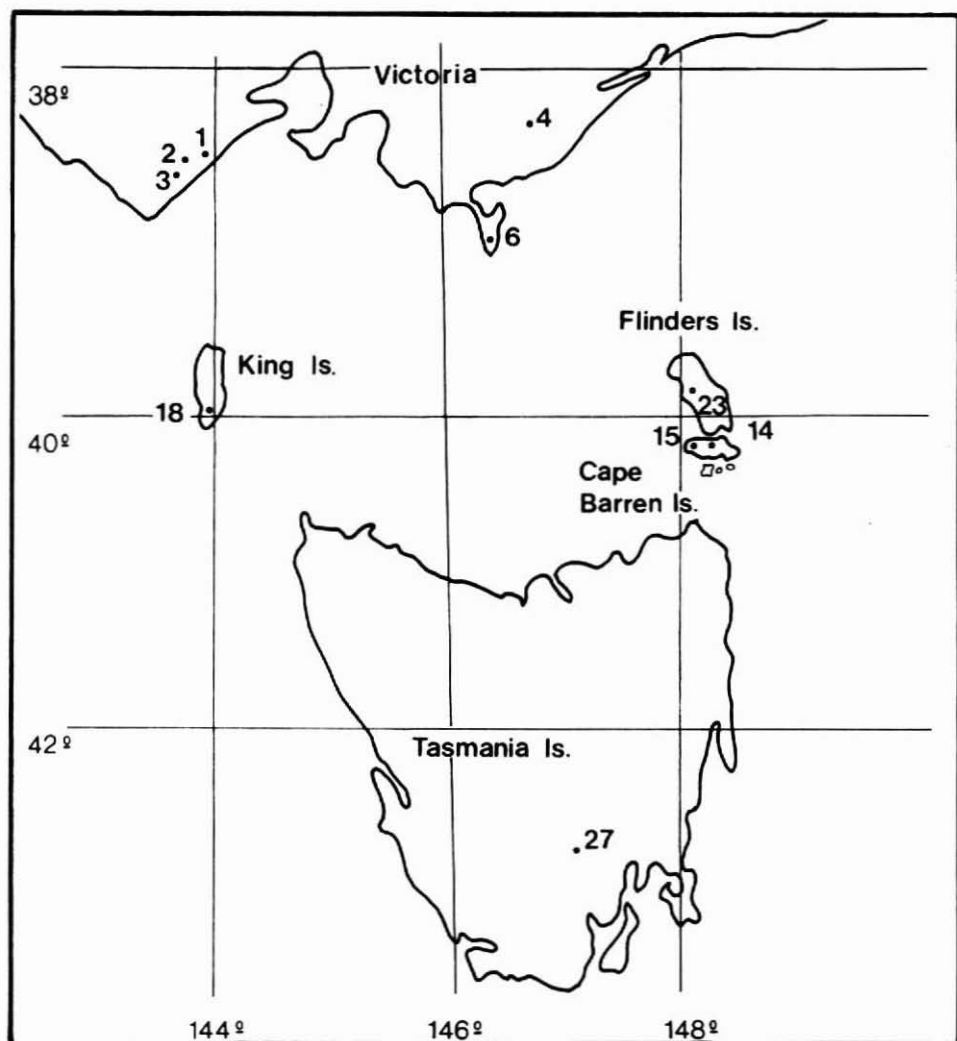


Figura N° 1 UBICACION GEOGRAFICA PROCEDENCIAS UTILIZADAS

Preparación de las Estaquillas

Las plantas mencionadas en el punto anterior fueron transportadas desde el vivero al lugar de preparación de los esquejes, tomando las medidas necesarias para evitar la deshidratación. Por tal motivo se les aplicó un abundante riego previo y se procedió a su traslado bajo una cubierta de plástico y malla sombreadora.

Se prepararon cuatro estaquillas por planta, las que se obtuvieron al segmentar los brotes con tijeras de podar. Los brotes seleccionados fueron aquellos de buen desarrollo, adecuada pigmentación clorofílica y consistencia flexible, evitando a aquellos demasiado herbáceos, muy lignificados o con ramificación axilar.

Cada estaquilla se preparó con las porciones basales o medias de los brotes, descartando los extremos apicales, pues en general no presentan buen enraizamiento.

Los esquejes se confeccionaron con una longitud de 10 a 15 centímetros, un diámetro no inferior a 2 mm y dos pares de hojas. Todas las hojas fueron cortadas transversalmente por la mitad, medida que se aconseja para evitar la transpiración excesiva y la sobreposición, la cual crea condiciones microclimáticas que favorecen el desarrollo de organismos patógenos y reduce la eficiencia fotosintética.

El corte basal de las estacas fue oblicuo o en bisel, mientras que el corte superior fue recto, ambos efectuados en entrenudos. El corte superior, al igual que los efectuados en las hojas, fueron sellados con látex fungicida (Poda látex + Euparen 2 g/L).

La secuencia de pasos que se utilizó para la obtención de las cuatro estaquillas de cada una de las plantas fue la siguiente:

- Extracción de hojas y corte de las láminas foliares de las hojas constituyentes de la estaquilla.
- Sellado de las superficies de corte de las hojas.
- Corte recto del extremo superior del esqueje.
- Sellado del corte superior.
- Corte basal oblicuo (separación de la estaquilla de la planta madre).

- Inmersión de la base de la estaquilla en solución fungicida (Benlate 0,2 g/L).
- Aplicación de auxina (AIB diluido en talco hasta 100.000 ppm).
- Plantación en recipientes de 96 cm³ de capacidad ("tubetes"), llenos con una mezcla a partes iguales de vermiculita y turba como sustrato.
- Traslado inmediato de la estaquilla al interior del invernadero.

Los cuatro primeros pasos (Figura N° 2) se efectuaron simultáneamente para las cuatro estacas, de modo que ellas quedaban unidas a la planta madre mientras se identificaban los "tubetes" que las contendrían, dejando a la vez transcurrir un tiempo para que se secase el látex que sellaba los cortes. Las etapas desde la quinta en adelante (Figura N° 3) se efectuaron en forma sucesiva para cada una de las estaquillas, de esta forma el tiempo transcurrido desde que el esqueje se separaba de la planta madre hasta que ingresaba al invernadero era sólo de algunos escasos segundos.

Diseño estadístico

La distribución de las estacas dentro del invernadero se efectuó de acuerdo a un diseño experimental de parcelas subdivididas, donde la parcela principal está constituida por la procedencia, la primera división por la familia y la segunda subdivisión por el individuo. Se consideraron cuatro repeticiones y se realizó el análisis de varianza asociado al diseño, para la variable porcentaje de enraizamiento por árbol, datos que para efectos de este análisis fueron transformados a unidades de Bliss (Anderson y Mc Lead, 1974).

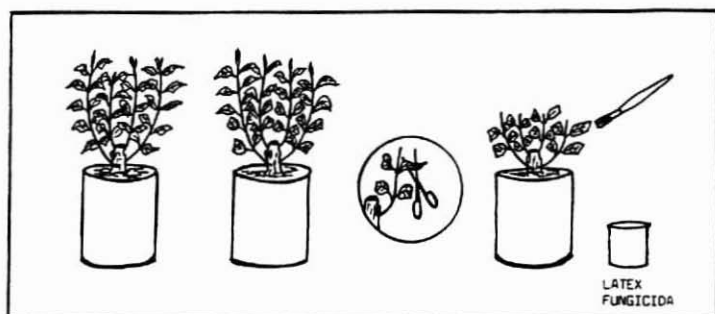


Figura N° 2 PREPARACION ESTAQUILLAS. ETAPAS SIMULTANEAS.



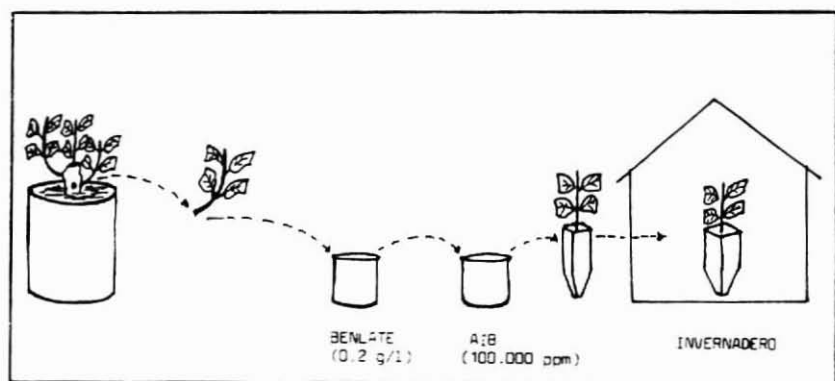


Figura N° 3 PREPARACIÓN ESTAQUILLAS, ETAPAS SUCESIVAS.

Condiciones Ambientales, Control Fitosanitario y Fertilización

Durante las 8 semanas de duración del ensayo se mantuvo al interior del invernadero una diferencia de temperatura del orden de 4 °C entre el sustrato (28 °C) y el ambiente (24 °C), así como también una humedad relativa del aire superior en todo momento al 80%. Por otra parte, la superficie de las hojas se mantuvo constantemente humedecida mediante aspersiones de agua, realizadas en forma automática, a intervalos de 6 a 9 minutos, por 5 segundos de duración. También se aportó luz suplementaria, mediante reflectores incandescentes, en una intensidad luminosa de 3250 lux, por 12 horas diarias.

Las condiciones ambientales de enraizamiento son muy favorables para la proliferación de hongos, por tal razón se realizaron periódicas aplicaciones preventivas de fungicidas sistémicos. Estas se realizaron 3 veces por semana, usando en forma alternada los productos Benlate (0,6 g/L), Roural (1 g/L), Captan (1 g/L) y Euparen (2 g/L), de modo de evitar el desarrollo de patógenos resistentes a un producto específico. También se realizaron aplicaciones de fertilizante foliar para mejorar la supervivencia y la rizogénesis de las estacas. Ellas se realizaron semanalmente usando una solución de Nitrofoska foliar (2 cc/L).

RESULTADOS

De acuerdo con el análisis estadístico, existen diferencias muy significativas ($\alpha = 0.99$) en la aptitud de enraizamiento a nivel de procedencia, familia y principalmente de individuo, lo que confirma lo enunciado por Paton (1983) al afirmar que el porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *Eucalyptus* está determinado por el genotipo, es decir, depende de la planta individual.

El porcentaje de enraizamiento obtenido con la totalidad del material ensayado, a las ocho semanas de su instalación, es de un escaso 4.3%. Pero este porcentaje no se distribuye homogéneamente, sino que por el contrario, presenta una clara tendencia a concentrarse en procedencias, familias e individuos específicos. Es así, como a nivel de Procedencias individuales se obtuvieron porcentajes de enraizamiento de hasta 14%; a nivel de familias de 25%; y a nivel de árbol individual de hasta el 75%. (Cuadros N°s 2 y 3).

Con respecto a la callogénesis, la situación es similar a la del enraizamiento. El porcentaje general es de un 10.8%, pero a nivel de procedencia se eleva hasta el 20.3%; a nivel de familia hasta el 50%; y en el caso de los individuos hasta el 75% (Cuadro N°s 2 y 3).

Cuadro N° 2

ARRAIGAMIENTO SEGUN PROCEDENCIA (%)

Procedencia	C / Callo	C / Primordio	C / Raiz
2 Parker RD, Otway NP. Vic.	14,06	6,25	3,13
6 Wilson Promontory L. Vic.	1,56	4,69	3,13
14 N Cape Barren Island. Tas.	17,65	7,35	4,41
15 NW Cape Barren Island. Tas.	13,16	6,58	6,58
23 Central Flinders Island. Tas.	17,65	5,88	8,82
18 King Island. Tas.	20,31	4,69	14,06



Cuadro N° 3

ARRAIGAMIENTO SEGUN FAMILIA
(%)

Familia	Procedencia	C / Callo	C / Primordio	C / Raiz
123	N Cape Barren Island. Tas.	10,00	10,00	5,00
29	Otway State Forest. Vic.	12,50	6,25	6,25
120	N Cape Barren Island. Tas.	18,75	0,00	6,25
128	NW Cape Barren Island. Tas.	18,75	6,25	6,25
122	N Cape Barren Island. Tas.	20,00	5,00	10,00
125	NW Cape Barren Island. Tas.	15,00	0,00	10,00
127	NW Cape Barren Island. Tas.	15,00	15,00	10,00
159	Central Flinders Island. Tas.	25,00	15,00	10,00
160	Central Flinders Island. Tas.	20,00	15,00	10,00
140	King Island. Tas.	18,75	0,00	12,50
7	Parker RD, Otway NP. Vic.	25,00	16,65	16,65
141	King Island. Tas.	50,00	8,33	16,65
161	Central Flinders Island. Tas.	25,00	8,33	16,65
69	Wilson Promontory L. Vic.	0,00	12,50	18,75
142	King Island. Tas.	20,00	5,00	25,00

En lo Cuadros N°s 2 y 3 se incluyen solamente aquellas procedencias o familias que mostraron arraigamiento y se indican además los porcentajes de diferenciación menores, como callos y primordios. No se incluyen las estacas muertas, es decir aquellas que presentaron alguna diferenciación y después murieron.

Como se observa en el Cuadro N° 1, el material ensayado corresponde en igual proporción a procedencias de Victoria y Tasmania. Sin embargo, se aprecia que las procedencias y familias de Tasmania tienen una mayor participación dentro del material enraizado. Considerando las procedencias, el 66.7% de aquellas que enraizan son de Tasmania, con un porcentaje de enraizamiento del 8.46%, contra un 3.13% de arraigamiento en las procedencias restantes. De igual forma, el 80% de las familias que enraizan corresponden a procedencias de Tasmania, con un porcentaje de enraizamiento promedio de 12.04%, mientras que sólo el 20% restante corresponde a procedencias de Victoria, con un arraigamiento promedio de 12.8%.

DISCUSION

El enraizamiento de estaquillas depende de múltiples factores, por esto no existen recomendaciones precisas a cerca de cual es la mejor técnica para efectuarlo (Hartney, 1980). Entre estos factores se destaca, principalmente, a la juventud del material utilizado, las condiciones ambientales de enraizamiento y los tratamientos con auxinas.

Con respecto a la juventud, es ya un hecho probado que las estaquillas confeccionadas con brotes regulares de árboles de edad superior a 4 o 5 años difícilmente forman raíz (Durand-Creswell et al., 1982). Por lo mismo, se ha utilizado con éxito la manipulación del estado juvenil a través del uso de retoños de tocón (Campinhos e Ikemori, 1983; Chaperon y Quillet, 1978; Mc Comb y Bennett, 1986), plantas jóvenes (Hartney, 1980; Rauter, 1983; Zobel y Talbert, 1984), setos (Zobel y Talbert, 1984), brotes desarrollados en púas de injertos (Franclet, 1983; Heth et al., 1986) y brotes desarrollados en estaquillas previamente enraizadas (Chaperon, 1983; Franclet, 1983).

En cuanto a las condiciones ambientales, existe consenso entre múltiples autores en que estas deben considerar una alta humedad relativa del aire que rodea a los esquejes y condiciones cálidas en las bases de estos. Este gradiente de temperatura permite mayor actividad en la base y minimiza la transpiración y estrés hídrico en la parte superior de la estaquilla (Rauter, 1983). Por otra parte, la utilización de lloviznas o nebulizaciones intermitentes, que mantengan constantemente humedecida la superficie de las hojas, son esenciales para un enraizamiento exitoso (Chaperon, 1983; Poggiani y Suiter Filho, 1974).

Se ha demostrado que las auxinas se requieren para la inducción de callo en muchas especies. En algunas plantas, concentraciones altas de auxinas inducen la regeneración de raíces (Minocha, 1987), sin embargo, estas son muy poco efectivas para superar las limitaciones impuestas por factores específicos tales como la edad de los árboles, el tipo de estaquilla, la posición de esta, el estado nutricional de la planta y otros (Bachelard y Stowe, 1963).

En el caso de los eucaliptos se pueden obtener altas tasas de enraizamiento tratando los esquejes con ácido naftalenacético (ANA) o ácido indolbutírico (AIB) (Jagadesh y Adkoli, 1987; Ye, 1984). De entre ellos, el regulador que generalmente se utiliza es el AIB, diluido y aplicado con polvo talco (Aguirre y Arce, 1988; Campinhos e Ikemori, 1983;

González et al, 1987; Gurumurti et al, 1988; Zobel et al, 1983) y en concentraciones que tradicionalmente no exceden las 10.000 ppm. También es frecuente remojar las estaquillas en soluciones líquidas de AIB, en concentraciones de 100 a 200 ppm por 24 horas (Franclet, 1983; Poggiani y Suiter Filho, 1974).

La concentración efectiva para inducir la rizogénesis depende en primer término de la especie, estación y condiciones de crecimiento de la planta madre (Potts y Potts, 1986), pero en última instancia está determinada genotípicamente por el individuo en particular.

La utilización de una dosis que excede a las citadas convencionalmente tiene su fundamento en la insolubilidad del producto y en el hecho de que este debe penetrar a través de una barrera de exudados polifenólicos que se liberan de las células al momento de realizar el corte basal de la estaquilla. Esta barrera, además de la obstrucción física que impone al contacto de la auxina con las células vivas del tejido del tallo, posee un efecto inhibitorio de la rizogénesis por la naturaleza polifenólica de su constitución.

En ese sentido, la utilización de una dosis de 100.000 ppm de AIB, una auxina relativamente débil, tiene un efecto similar al de utilizar una batería de dosis de menor concentración. Efectivamente, a pesar de su insolubilidad, el regulador se transloca al interior del tejido vegetal y a medida que se moviliza desde la base de la estaquilla hacia las porciones superiores del tallo, va experimentando una dilución progresiva hasta llegar a un punto en que la concentración es la adecuada para estimular la formación de raíces, verificándose a esa altura del tallo el fenómeno rizogénico, y por el contrario, una marcada necrosis y muerte de tejidos por toxicidad desde ese punto hacia la base del esqueje.

La gran variabilidad individual en la aptitud rizogénica de esta especie, así como en la dosis de auxina requerida para inducir el enraizamiento a cada individuo, se puede apreciar en el hecho de que algunas estaquillas se necrosan totalmente por la toxicidad derivada de una dosis excesivamente superior a sus requerimientos, mientras que otras, por carencia de este estímulo no se diferencian, o sólo forman un callo muy incipiente en su porción basal. En este último caso es válido postular que esos individuos requieren de dosis aún mayores de auxina para conseguir el enraizamiento y, por el contrario, en la primera situación se deberán ensayar concentraciones más bajas que las contempladas en este estudio.

Entre ambos extremos, la variabilidad individual se observa en la diferente

longitud de las porciones necróticas de las bases, la que en algunos casos es total, verificándose la callogénesis en las axilas foliares o directamente sobre la nervadura de las hojas, mientras que en otras, esta porción necrótica no existe y las raíces se forman directamente en la base de la estaquilla.

Los resultados aunque modestos son muy alentadores debido a dos causas fundamentales. En primer lugar, el uso de una dosis alta de AIB puede contrarrestar el efecto inhibitorio de los fenoles y, en segundo lugar, se observan ciertas tendencias dentro de las procedencias y familias utilizadas. Si bien es cierto que esta última situación puede ser cuestionada debido a la escasez del material ensayado, los resultados indican que las procedencias de King Island y Flinders Island en Tasmania muestran los montos de rizogénesis y callogénesis más interesantes de entre todas las procedencias consideradas. De igual forma, las familias de estas procedencias se manifiestan como las más promisorias.

Por otra parte, no deja de ser interesante el que la procedencia King Island se presente en los primeros lugares en cuanto a crecimiento medio en numerosos ensayos realizados por el Instituto Forestal (Infante y Prado, 1989) y, si bien esta conducta no es constante en todas las situaciones (Infante y Prado, 1991), se ve confirmada por estudios realizados en Tasmania, donde esta procedencia, junto a Flinders Island, son las primeras en cuanto a producción volumétrica (Orme, s/f).

Al momento de la evaluación se contabilizó la existencia, a nivel general, de un 5.4% de los esquejes que presentaba un grado de diferenciación intermedio entre callo y raíz. Es muy probable que este material, denominado estaquillas con primordio, estuviese destinado a proseguir su organogénesis y por lo tanto hubiese aumentado, después de una o dos semanas, el número de esquejes enraizados. Considerando esta situación, los porcentajes de enraizamiento de las mejores procedencias y familias se elevarían hasta 18 y 25% respectivamente, mientras que a nivel de individuo se alcanzaría, en los mejores casos, el 100% de enraizamiento.

Concluyendo, el estaquillado es el método convencional de propagación vegetativa que parece tener un mayor porvenir. Hoy en día se están concentrando los esfuerzos en tres frentes, estos son lograr un conocimiento más profundo de los mecanismos de acción de los reguladores de crecimiento; mejorar las técnicas de estaquillado, así como del control de los factores ambientales antes y después del corte de las estaquillas; y rejuvenecer el material adulto para superar los problemas ligados a la ciclófisis y topófisis.



De los tres frentes mencionados, el primero, tras una etapa de gran desarrollo en la década de 1950, atraviesa por un período de estancamiento después de haber generado algunos avances. El tercero es lejos el que despierta hoy el máximo interés, centrándose en él las mayores esperanzas de mejorar el rendimiento del estaquillado. La próxima etapa, muy ligada al segundo frente de investigación, se refiere al desarrollo de nuevas técnicas destinadas a la remoción del efecto inhibitorio de los polifenoles en el fenómeno de rizogénesis.

RECONOCIMIENTOS

Las actividades descritas en este artículo forman parte del proyecto Mejoramiento Genético de Especies de Interés Económico, que el Instituto Forestal desarrolla con el apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para El Desarrollo (CIID) del Canadá y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

Los autores desean manifestar su agradecimiento al Ingeniero Forestal Sr. Santiago Barros A, Editor de Ciencia e Investigación Forestal, por su acertada revisión del documento original. Así como también al Técnico Sr. Aldo Salinas R. por su atenta colaboración en la realización de las figuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguirre, J. y Arce J. , 1988. Algunos resultados sobre propagación vegetativa de especies de *Eucalyptus* en Chile. En: Actas del Simposio de Manejo Silvícola del género *Eucalyptus*. Viña del Mar, Chile, 9 - 10 de junio. 22 p.

Anderson, V. and Mc Lead, R., 1974. Statistics: textbooks and monographs. Vol 5. Design of experiments. A realistic approach. M Decker Inc. New York, USA.

Bachelard, E. and Stowe, B., 1963. Rooting of cuttings of *Acer rubrum* and *Eucalyptus camaldulensis*. Aust. Jour. Biol. Sci. 16: 751 - 761.

- Bonga, J. M., 1982.** Vegetative Propagation in Relation to Juvenility, Maturity and Rejuvenation. In: Bonga, J. M. and Durzan, D. J. ed. *Tissue Culture in Forestry*. Boston, London. Nijhoff, M.; Junk, W. Publishers. Pp. 387 - 412.
- Campinhos, E., 1987.** Propagacao vegetativa de **Eucalyptus** por enraizamiento de estacas. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina. CIEF. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales. Pp 208 - 214.
- Campinhos, E. e Ikemori, Y. 1983.** Producao massal de **Eucalyptus spp.** a través de estacas. Simposio IUFRO. El Mejoramiento Genetico e Productividade de Especies Forestais de Rapido Crecimiento. Brasil. Pp 770 - 775.
- Cauvin, B. et Marien, J., 1978.** La multiplication végétative des **Eucalyptus** en France. Quelques aspects de la juvénilité et de la réjuvenilisation. Annales AFOCEL. Pp 74 - 105.
- Chaperon, H., 1983.** Clonal propagation of eucalypt by cuttings in France. En: *Proceedings of a Workshop on Eucalyptus in California*. Sacramento, California. June, 14 - 16, 1983. Pp 108 - 114.
- Chaperon, H., 1987.** Vegetative propagation of **Eucalyptus** Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina. CIEF. Centro de Investigación y Experiencias Forestales. Pp 215 - 232.
- Chaperon, H. and Quillet, G., 1978.** Results of Studies on the Use of Eucalypts Cutting in Congo-Brazaville. En: Nickles, D. et al., ed. *Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees*. Australia, Brisbane. Oxford University. Pp 1040 -1059.
- Durand - Creswell, R.; Boulay, M. et Franclet, A., 1982.** Végétative Propagation of Eucalypts. En: Bonga, J.M. y Durzan, D.J. ed. *Tissue Culture in Forestry*. Nijhoff, M. y Junk, W. Publishers. Pp 150 - 181.
- Franclet, A., 1983.** Rejuvenation: Theory and Practical Experiences in Clonal Silviculture. En: *Proceeding of the 19th Meeting of the Cannadian Tree Improvement Association. Part 2. Symposium on Clonal Forestry; its Impact on the Improvement and our Futures Forests*. Toronto, Ontario. August, 22 - 26, 1983. Pp 96 - 134.
- García, L., 1984.** The New Eucalypt Forest. Lectures given by the Marcus Walleberg Prize Winners at the Symposium in Falun, Sweden on september 14, 1984.

- González, A.; Vera, N.; Pérez, N. Y Rodríguez, E., 1987.** Obtención de Posturas de *E. saligna* en Topes de Collantes Mediante empleo de Estaquillas. Topes de Collantes, Cuba. Centro Agrícola 14(1): 77 - 84.
- Gurunurti, K.; Bhandari, H. and Negi, D., 1988.** Vegetative Propagation of Eucalypts. Indian Forestry 114(2): 78 - 83.
- Hartney, V., 1980.** Vegetative Propagation of Eucalypts. Aust. For. Res. 10(3): 191 - 211
- Heth, D.; Fanger - Vexler, L. and Reuveni, O., 1986.** Mass Production of Cutting of *Eucalyptus camaldulensis*. Commonwealth Forestry Review 65(3): 215 - 225.
- Infante, P. y Prado, J.A., 1989.** Crecimiento de 35 procedencias de *Eucalyptus globulus*. En: Informe Final Proyecto Investigación Mejoramiento Genético de Especies de Interés Económico Anexo N° 3. INFOR - CORFO. 1991.
- Infante, P. y Prado, J.A., 1991.** Crecimiento Juvenil de 32 Procedencias y 203 Familias de *Eucalyptus globulus* en la Zona Costera de la VIII Región en Chile. Ciencia e Investigación Forestal 5(2): 251 - 265.
- Jagadesh, K. and Adkoli, N., 1987.** Macropropagation in Eucalypts Hybrid, an Approach for Genetic Improvement and Breeding Program. Myforest 23(4): 231 - 234.
- Lindgren, D., 1977.** Possible Advantages and Risks connected with Vegetative Propagation for Reforestation. En: Symposium Vegetative Propagation of Forest Trees, Physiology and Practices. Uppsala, Sweden. February, 16 - 17, 1977.
- Mc Comb, J. and Bennet, I., 1986.** Eucalypts (*Eucalyptus* spp.) En: Baraj, YPS ed. Biotechnology in Agriculture and forestry Berlin. Springer-Verlag. Pp 340 -362.
- Minocha, S., 1987.** Plant Growth Regulators and Morphogenesis in Cell and Tissue Culture of Forest Trees. En: "Cell and Tissue Culture in Forestry". Editor Bonga, J. and Durzan, J. Martinus Nijhoff Publishers. Pp 50 - 66.
- Orme, R., S/F.** Genetic Improvement of *Eucalyptus globulus*. Forest Resources, Launceston. Tasmania. 8 p.
- Paton, D., 1983.** Vegetative Propagation of Adult Eucalypts. Colloque International sur les Eucalypts Résistants au Froid. IUFRO, France. Pp 570 - 586.
- Poggiani, F. and Suiter Filho, W., 1974.** Importance of Intermittent Misting and the Effects of Hormone Treatment on Rooting of Eucalypts Cutting. IPEF N° 9: 119 - 129.

Potts, B. and Potts, W., 1986. Eucalypt Breeding in France. *Aust. For.* 49(4): 210 - 218.

Rauter, R., 1983. Current Status of Macropropagation. En: Proceeding of the 19th Meeting of the Canadian Tree Improvement Association. Part 2: Symposium on Clonal Forestry, its Impact on the Improvement and our Futures Forests. Toronto, Ontario. August, 22 - 26, 1983. Pp 58 - 74.

Rojas, P.; Arce, P. y Arriagada, M. 1987. Propagación Vegetativa por Estacas en *Eucalyptus camaldulensis*. *Ciencia e Investigación Forestal* 1 (2) Pp. 1 - 10.

Ye, M., 1984. Effects of Plant Growth Regulators on Rooting of Cuttings of several Tree Species. *Plant Physiology Communications* 4: 28 - 29.

Zobel, B.; Ikemori, I. and Campinhos, E., 1983, Vegetative Propagation in *Eucalyptus*. En: Proceeding of the 19th meeting of the Canadian Tree Improvement Association. Part 2. Symposium on Clonal Forestry; its Impact on the Improvement and our Futures Forests. Toronto, Ontario. August, 22 - 26, 1983. Pp 136 - 144.

Zobel, B. and Talbert, N., 1984. Applied Forest Tree Improvement. Ed. John Wiley & Sons. New York, USA. 505 p.