

**SILVICULTURA CLONAL DE EUCALYPTUS**, Patricio Rojas Vergara. Ingeniero Forestal. M.Sc. Investigador Div. Silvicultura. INFOR.

## ANTECEDENTES

El desarrollo de estrategias de mejoramiento genético por vía asexuada en *Eucalyptus* (a través de técnicas de macropropagación y cultivo *in vitro*) ha permitido aumentar significativamente la productividad y homogeneidad de los bosques, en términos de características de crecimiento y propiedades de la madera; en relación a los programas convencionales basados en la producción de semilla mejorada de huertos semilleros.

La mayoría de estos programas está basada en la selección recurrente de los mejores genotipos, durante generaciones sucesivas y en su recombinación génica, a través de polinización controlada. El sistema fue desarrollado como un medio para incrementar la frecuencia de genes deseables dentro de la población, de tal modo de maximizar la ganancia genética en el corto plazo, manteniendo la suficiente variabilidad genética para futuras selecciones (Timmis et al, 1987).

Considerando que los eucaliptos son altamente heterocigotos, la propagación asexuada es el único método que permite la captura total e inmediata (en una sola generación) de la varianza genética. En una característica poligénica cualquiera, la varianza fenotípica puede ser descompuesta en:

$$\sigma^2 P = \sigma^2 a + \sigma^2 d + \sigma^2 i + \sigma^2 e + \sigma^2 ge$$

Donde  $a$  es la varianza genética aditiva (o efecto medio de los genes),  $\sigma^2 d$  es la varianza dominante (interacción intraalélica),  $\sigma^2 i$  es la varianza epistática (interacción interalélica),  $\sigma^2 e$  es la varianza ambiental y  $\sigma^2 ge$  la interacción genotipo x ambiente.

La importancia de capturar la varianza genética total en la reproducción asexuada radica en que la mayoría de las características fenotípicas de interés comercial como crecimiento y rendimiento en celulosa tienen una alta proporción de varianza genética no aditiva, ( $\sigma^2 d + \sigma^2 i$ ), es decir, que no es posible traspasar a los descendientes por recombinación genética.

A pesar de que el rendimiento en celulosa depende de la densidad básica, ambas características no están correlacionadas genéticamente, de tal modo que la única posibilidad de mejorar el rendimiento en celulosa es a través de la propagación vegetativa, toda vez que las ganancias obtenidas con huertos semilleros son muy pequeñas. (Zobel et al, 1983).

Esto puede apreciarse en el Gráfico N° 1 en el cual se visualiza el cambio en la distribución de los valores de la población, para una característica poligénica cualquiera, durante sucesivos ciclos de mejoramiento genético convencional y el efecto de la silvicultura clonal, o propagación masal de los mejores genotipos, mediante propagación vegetativa.

FERREIRA (1980) señala que la estrategia de mejoramiento genético por vía asexuada, permite la obtención de ganancias genéticas máximas en una sola generación, al explotar todos los niveles de variabilidad genética inter e intraespecíficos.

## Interacción Genotipo x Ambiente

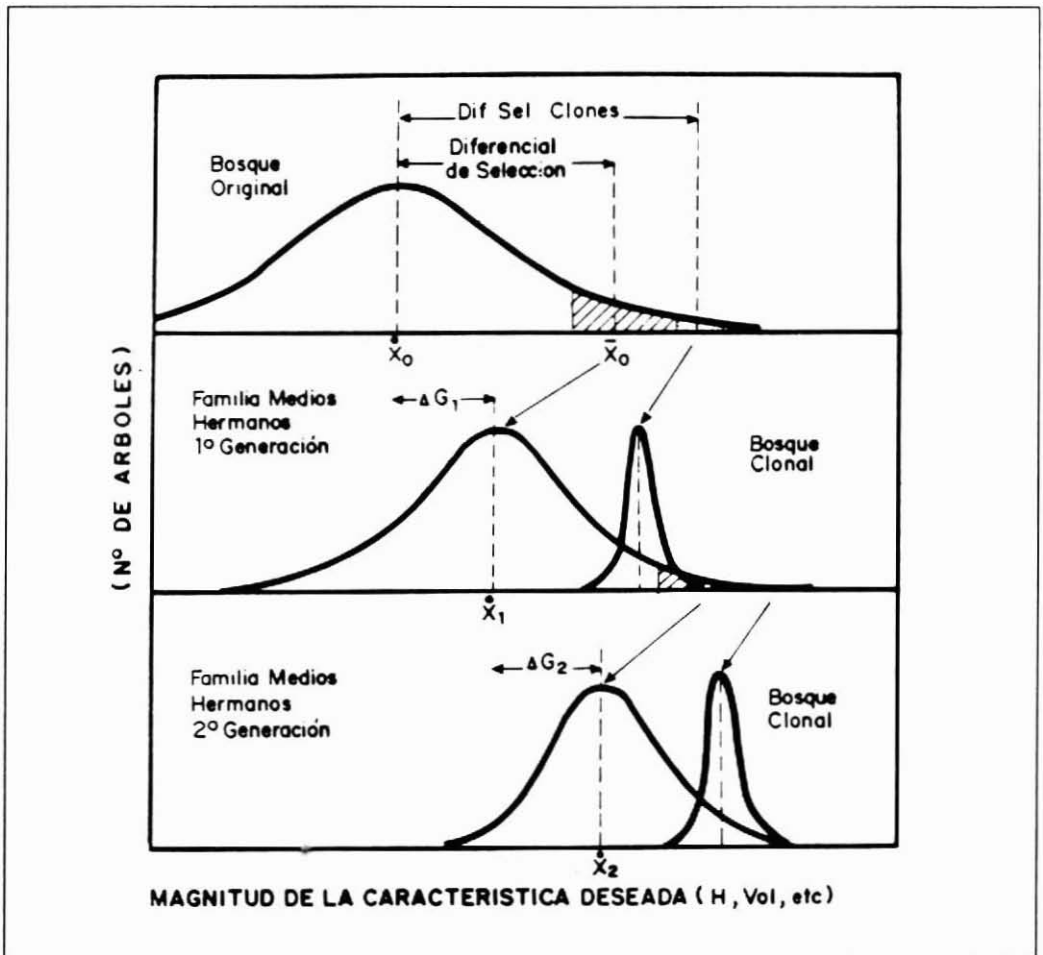
La interacción genotipo x ambiente implica una respuesta diferenciada del genotipo en diferentes sitios, pudiendo manifestarse en distintos materiales genéticos como a) especies, b) procedencias, c) progenies y d) clones (Kageyama, 1986). Los aspectos ambientales no sólo

pueden estar relacionados con características de crecimiento, sino que también con las características tecnológicas de la madera (como la densidad básica, por ejemplo).

Debido a la ausencia de segregación génica, es posible, a través de selección clonal, obtener una alta especificidad de clones para sitios específicos.

GRAFICO Nº 1

Cambios en la distribución de los valores de la población basados en estrategias de mejoramiento sexuado y asexuado. (Extraído de Timmis et al., 1987).



### Potencialidad de la Silvicultura Clonal

La estrategia de mejoramiento por vía asexuada, permite obtener una ganancia genética máxima en una sola generación, a través de la propagación masal de genotipos selectos. La silvicultura clonal debe entenderse como la aplicación de técnicas hortícolas, ya cente-

narias, asociadas a la silvicultura intensiva que incluye la preparación de sitios, la fertilización, la eliminación de la competencia, el espaciamento, etc. Los clones usados en plantaciones son escogidos entre cruzamientos de padres seleccionados por polinización controlada o de híbridos espontáneos (explotación de la heterosis o vigor híbrido).

Las ventajas de la propagación clonal fueron resumidas por Zobel (1981), Libby (1983) y Burdon (1983) e incluyen: a) una mayor ganancia genética, b) obtención más rápida de esta ganancia, c) bosques clonales homogéneos en relación a los bosques de semillas y sus implicancias en la silvicultura, explotación forestal y rendimiento industrial (madera más homogénea), d) utilización y almacenamiento de material genético de buenas características ("archivo clonal") y e) especificidad clon x sitio, debido a la ausencia de segregación genética.

### Mejoramiento de las Propiedades de la Madera por Silvicultura Clonal

Entre las propiedades de la madera a mejorar, la densidad básica aparece como la más importante, debido a su relación con otras características tecnológicas (contenido de extraíbles, preparación madera juvenil-adulta, primavera-verano, etc). Además afecta sustancialmente el rendimiento volumétrico por unidad de superficie plantada y la calidad de la pulpa.

La densidad básica varía entre y dentro de especies, entre y dentro de árboles (gradiente radial médula-corteza y variación base - ápice) produciendo dificultades importantes en la manufactura de la pulpa, ya que la principal necesidad industrial es disponer de materia prima homogénea.

La forma, el crecimiento y la calidad de la madera pueden ser manipuladas a través de técnicas silviculturales (preparación de sitio, fertilización, espaciamentos, raleos) y genéticas. El mejoramiento por efecto de la silvicultura en el crecimiento y la calidad de la madera de los bosques es limitado, por lo cual es necesario seleccionar y mejorar árboles individuales y familias.

El mejoramiento por vía sexuada de características deseables de la madera, como una mayor densidad básica, no produce necesariamente madera más uniforme, ya que una alta variabilidad entre individuos persiste, aunque la mayoría de los individuos se concentra en el área mejorada.

El mejoramiento de la calidad de la madera por los métodos convencionales de huertos semilleros no iguala los resultados obtenidos por la propagación vegetativa. Debido a que todos los rametos de un ortet son genéticamente idénticos y debido a la alta heredabilidad de la densidad básica, los miembros de un clon tienen madera bastante similar. La selección clonal puede reducir el gradiente radial de densidad básica (Rojas, 1989).

### Limitaciones en la Ganancia Genética de los Clones

Una conocida limitación de la propagación vegetativa es la dificultad de propagar tejido adulto, lo cual puede atenuarse en los eucaliptos al rejuvenecer el material en la rebrotación.

Una segunda desventaja es la incertidumbre en el comportamiento de los rametos en el mediano o largo plazo, en relación a plantas originadas de semilla, producida por efecto de envejecimiento fisiológico y ontogenético. El efecto de envejecimiento (ciclófisis) produce una respuesta diferenciada de los rametos originando una gran variabilidad intraclonal.

Esta variación intraclonal produce dos efectos importantes 1) disminuye la homogeneidad de las plantaciones y 2) produce un sesgo en la estimación de parámetros genéticos en los ensayos clonales, sobrestimando el valor genotípico de los clones seleccionados y las

ganancias genéticas derivadas de la silvicultura clonal (Rojas, 1989).

Para reducir el efecto del envejecimiento, es posible propagar vegetativamente un mismo clon en generaciones sucesivas, de tal modo de disminuir la variación intraclonal y aumentar la capacidad de arraigamiento de los clones.

#### BIBLIOGRAFIA

1. LIBBY, W. J. and RAUTER R. M. 1984. Advantages of clonal forestry. The Forestry Chronicle. 60 (1):145-149.
  2. ROJAS, P. 1989. Plantios clonais e multiclonais em relação a outros materiais genéticos de *E. grandis* Hill ex-Maiden na Região de Lençóis Paulista-SP. Tese Mestrado. ESALQ Universidade de São Paulo. (No publicado).
  3. TIMMIS et al. 1987. Potential genetic gain through tissue culture. In: Cell and Tissue Culture in Forestry. Vol 1. General Principles and Biotechnology. pp. 198-215.
  4. ZOBEL B. et al, 1983. Selective and breeding for desirable wood. Tappi journal. 66(1): 70-74.
- 

