

MEJORAMIENTO GENETICO DE LA CALIDAD DE LA MADERA

Juan Adolfo López (h.)
INTA EEA Bella Vista
jlopez@correo.inta.gov.ar

Hasta el presente, la calidad de la madera para usos específicos aún no fue concretamente considerada dentro de los objetivos de selección por los programas de mejoramiento genético de *Eucalyptus* que se desarrollan en Argentina. Estos se concentraron fundamentalmente en vigor y forma. Sin embargo, de manera creciente en los últimos años, las ventajas comparativas y competitivas de la foresto-industria de las diferentes zonas del País ya no sólo se valoran bajo el concepto de biomasa aprovechable en sentido volumétrico, sino que interviene de manera significativa la calidad de la madera para determinados usos industriales.

En el NE de Argentina, por ejemplo, últimamente gran parte de la foresto-industria persigue acceder a los estratos más altos de la cadena de valor (remanufacturas, muebles y viviendas) tanto en el mercado doméstico como en el internacional. Ante este escenario, al igual que lo ocurrido en otras partes del mundo, los programas de mejoramiento genético en esa región deberán incorporar propiedades que permitan maximizar la obtención de productos sólidos de calidad.

En concordancia con lo anteriormente planteado y con el interés de identificar los principales componentes de la producción de madera de calidad, resulta interesante tener claro *qué significa producir madera de calidad y cuáles son las propiedades de mayor importancia.*

En relación a ello, en la **FIGURA I** se desarrolla un ejemplo para dos objetivos concretos: *para fibra y para usos sólidos*. Allí se observa que los componentes del rendimiento habitualmente considerados primarios tienen una relación horizontal con los componentes de la calidad de la madera. Por ello, a pesar que en ciertas circunstancias sean equivocadamente considerados en forma separada, la velocidad de crecimiento, la calidad del fuste y de los rollizos no pueden ser tratados de manera independiente a la calidad de la madera, ya que se encuentran estrechamente ligados a las propiedades intrínsecas del leño y fundamentalmente al objetivo de producción (fibras o usos sólidos). Del mismo modo, se puede observar que si bien algunos atributos de la madera pueden resultar de interés común, cuando el objetivo es producir fibras o

cuando el destino es para usos sólidos, los indicadores de calidad y/o las propiedades o atributos a tener en cuenta son específicos y en algunos casos hasta contrapuestos.



FIGURA I. Componentes de la producción de madera de calidad para fibras y para usos sólidos

Otro aspecto relevante a analizar se refiere a *cuál es la información con que se debe contar y cuál sería la estrategia a seguir para incorporar propiedades de la madera en los programas de mejoramiento genético*. En ese sentido, en la **FIGURA II** se observa que el primer elemento a tener en cuenta se refiere a aspectos económicos y fundamentalmente a una clara definición de los objetivos de producción. Tal como se comentara anteriormente sólo velocidad de crecimiento y fustes rectos no son suficientes para indicar la calidad de la madera según usos y destinos.

Mas adelante, el segundo y tercer punto del diagrama (**FIGURA II**) se refieren a aspectos centrales del mejoramiento genético, donde la presencia de variación fenotípica y una elevada heredabilidad de las características de interés, da la posibilidad de seleccionar genotipos superiores dentro de las poblaciones de selección o de mejoramiento.

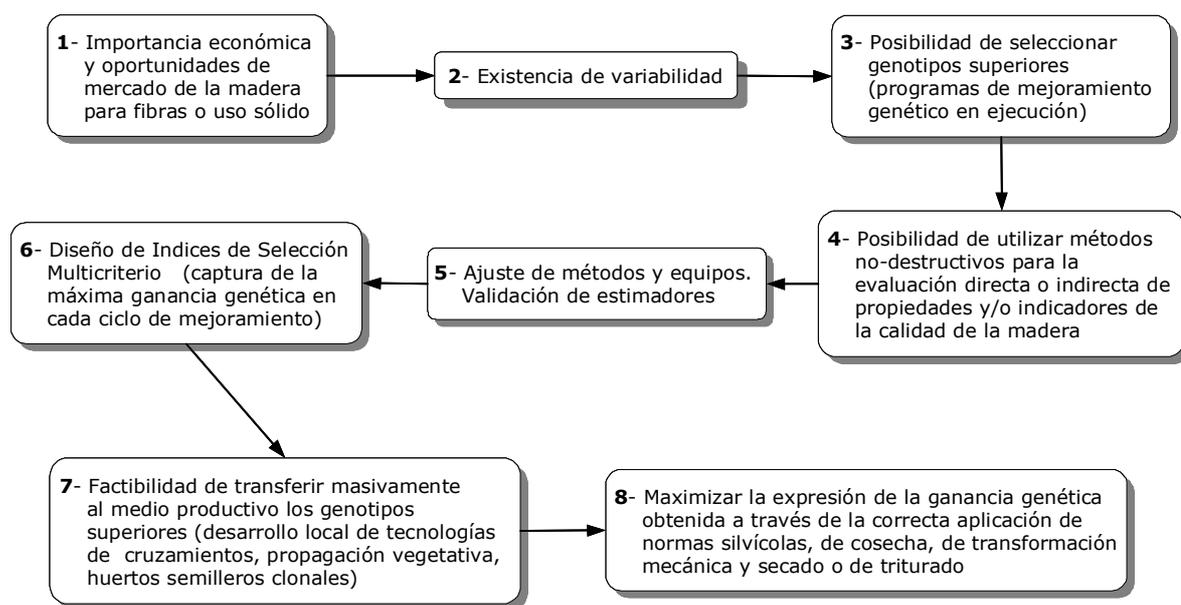


FIGURA II. Estrategia e información necesaria para incorporar propiedades de la madera en los programas de mejoramiento genético

Afortunadamente, los programas de mejoramiento de las principales especies exóticas de rápido crecimiento que están en desarrollo en Argentina, cuentan con una importante y diversa base genética, posibilitando así una excelente oportunidad para seleccionar genotipos superiores para usos específicos. En relación a ello, algunos estudios básicos desarrollados por el INTA Bella Vista en los últimos años corroboran la existencia de una interesante variabilidad a nivel de especies, orígenes, familias e individuos en la mayoría de las propiedades de la madera estudiadas.

La información disponible muestra que, en general, las diferencias a nivel de orígenes/procedencias y familias fluctúan entre 10-20%. En cambio, como puede observarse en los ejemplos consignados en la **TABLA I**, los rangos de variación a nivel individual son significativamente mayores. Extremos de variación individual de tal magnitud, permiten inferir que: es totalmente factible seleccionar ejemplares con propiedades tecnológicas muy superiores al promedio de las actuales poblaciones comerciales en difusión.

En cuanto a la heredabilidad de las propiedades de la madera existen pocos antecedentes locales, entre ellos, los estudios realizados con *Eucalyptus grandis* muestran que la densidad de la madera es una característica altamente heredable ($h^2_{individual}$: $\approx 0,50$) y de baja interacción

con el ambiente. No obstante, la información existente en la literatura internacional muestra que, en general, la heredabilidad de las propiedades de la madera van desde moderadas a altas.

TABLA I. Promedio y extremos de variación individual de cinco propiedades de la madera de algunas especies de *Eucalyptus* ensayadas en el NO de Corrientes. Red 80-81. (La densidad fue evaluada a los 17 años, las demás características a los 21 años)

Propiedades	Especies	Promedio	Extremos de variación individual
Densidad (Kg/m ³)	<i>Eucalyptus grandis</i>	511	417 – 596
	<i>Eucalyptus saligna</i>	538	476 – 605
	<i>Eucalyptus dunnii</i>	569	440 - 672
	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	553	453 - 636
Contracción Volumétrica (%)	<i>Eucalyptus grandis</i>	11,1	8,5 – 16,5
	<i>Eucalyptus dunnii</i>	15,0	10,3 – 17,6
Coloración rojiza del durámen (a* CIELAB)	<i>Eucalyptus grandis</i>	20,7	19,5 – 22,4
	<i>Eucalyptus dunnii</i>	16,3	14,4 – 17,8
Albura (%)	<i>Eucalyptus grandis</i>	15,8	10,2 – 25,2
	<i>Eucalyptus dunnii</i>	20,4	15,7 – 29,2
Índice de rajado en rollizos	<i>Eucalyptus grandis</i>	0,72	0,18 – 0,97
	<i>Eucalyptus dunnii</i>	0,80	0,56 – 1,34

FUENTE: varios trabajos realizados por el autor entre 1998-2005

Avanzando con el análisis de la **FIGURA II**, lo destacado en el cuarto y quinto punto, se trata de uno de los aspectos de mayor importancia para el mejoramiento y se refieren a la posibilidad (más bien necesidad) de evaluar en forma directa o indirecta las propiedades de la madera a través de métodos “no-destructivos”. Dicho requerimiento (que también involucra velocidad de ejecución en el terreno y en el laboratorio) es necesario para la exploración y evaluación de la mayor cantidad de individuos de las poblaciones de mejoramiento, teniendo presente que es indispensable provocar el menor daño posible a los árboles muestreados. Estos aspectos son motivo de importantes esfuerzos por parte de varios grupos de investigación en muchas partes del mundo. Como resultado de ello, numerosas tecnologías y equipos han sido desarrollados últimamente (SilviScan, WinDENDRO, Pilodyn, Extensómetros, Rigidímetros, NIRS, etc).

A nivel del NE de Argentina el INTA Bella Vista desde hace unos años ha iniciado la incorporación y ajuste algunos equipos para la evaluación de propiedades de la madera e

indicadores de la calidad, fundamentalmente, como apoyo a los programas de mejoramiento genético de eucaliptos y pinos. Entre ellos, puede destacarse un medidor óptico de color que permite comparar y cuantificar rápidamente colores de albura-durámen (ColorTec-PCM) y un Pilodyn 6JFOREST que ha mostrado suficiente confiabilidad para determinar indirectamente la densidad de la madera de árboles en pie de manera no-destructiva y discriminar familias o grupos de individuos por clases de densidad (correlaciones genéticas entre 0,70-0,90).

En la actualidad otros equipos están siendo incorporados por dicha Unidad del INTA a efectos de fortalecer y profundizar los conocimientos básicos demandados por los nuevos programas de mejoramiento, destacándose entre ellos:

- a) un dispositivo mecánico para medir tensiones longitudinales de árboles en pie. Su ajuste y utilización permitirá estimar a través de un método no-destructivo el Índice de Rajado de Rollizos (método destructivo).
- b) un equipo para la extracción de barrenos de 12 mm de diámetro que, impulsado por un taladro a motor, agilizará considerablemente el muestreo a campo (aproximadamente 180 individuos/día).
- c) un analizador de imágenes (versión *wood density*) que a partir de muestras no-destructivas, facilitará el estudio de la variación radial y axial de numerosos atributos de la madera (densidad, ancho de anillos, proporción de leño tardío, características anatómicas).

Lo hasta aquí comentado, tal lo consignado en el punto seis de la **FIGURA II**, generará el conocimiento suficiente para desarrollar Índices de Selección Multicriterio o combinados. En esencia la teoría de estos índices se basa en que el beneficio de la selección sobre un grupo de individuos es la suma de las ganancias genéticas logradas para varios caracteres. Es decir, combinar en una única función: *velocidad de crecimiento + características del fuste + propiedades de la madera*.

Indudablemente que todas las propiedades enunciadas anteriormente en la **FIGURA I** no podrían ser incluidas. Sin embargo, los estudios básicos desarrollados antes de llegar a esta etapa (heredabilidad, correlaciones genéticas, interacción genotipo-ambiente, ponderación económica) permitirán seleccionar las características de mayor importancia a efectos de capturar la máxima ganancia genética en cada ciclo de mejoramiento.

También en esta etapa no puede dejar de mencionarse el rol preponderante que juega la propagación vegetativa ya que, a través de ella es posible capturar características que por su baja heredabilidad no se traspasan eficientemente a la descendencia por vía sexual, posibilitando la pronta utilización y transferencia al sector productivo de todo el potencial genético de los árboles seleccionados (propagación masiva de paquetes de genotipos selectos en plantaciones operativas). Así también en la formación de huertos semilleros clonales integrados por los individuos más sobresalientes de cada ciclo de mejoramiento.

Relacionado a lo comentado en el párrafo anterior el punto siete subraya la importancia del desarrollo local de las tecnologías que permitan la captura y transferencia de individuos seleccionados por características sobresalientes (movilización, pre-propagación y propagación masiva). Es importante consignar que, a nivel de INTA, Universidades y algunas empresas privadas, estos aspectos vienen desarrollándose hace algunos años, disponiéndose en este momento de la tecnología básica necesaria.

El ultimo punto del diagrama de la **FIGURA II** destaca una condición integral donde: aspectos silvícolas, de cosecha y post-cosecha son imprescindibles para que el esfuerzo realizado por un programa de mejoramiento genético pueda traducirse en un verdadero avance para la producción de madera de calidad.

En conclusión, el desafío inmediato al que se enfrentan los mejoradores puede resumirse en:

- a) Definir las propiedades de la madera de mayor importancia para usos específicos determinando aquellas que en mayor medida limitan el rendimiento y la calidad.
- b) Ajustar métodos y equipos que permitan evaluar las principales propiedades de la madera utilizando preferentemente muestras no destructivas (a campo y en laboratorio).
- d) Comprobar la existencia de variabilidad genética y estimar parámetros genéticos de las propiedades de la madera de mayor importancia según usos y destinos.
- e) Elaborar la información básica necesaria para el diseño de Indices de Selección que permitan capturar la máxima ganancia genética en cada ciclo de mejoramiento.