

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL EN EL INIA

# Herramientas al servicio de la cadena de la madera

Una retrospectiva de la prensa nacional de los últimos meses permite relevar una serie de noticias destacables sobre el sector forestal. La inauguración de la Terminal Logística de M'Bopicua, la apertura de dos plantas elaboradoras de astillas de maderas (chips) en Montevideo, la presentación de estudios de factibilidad para la instalación de dos fábricas de pulpa de celulosa blanqueada de *Eucalyptus* en el Litoral y el envío del primer embarque de 40 mil toneladas de madera pulpable con destino a Japón, son algunos hechos que habilitan una primera lectura del desarrollo del rubro maderero, en un escenario nacional que padece todavía de las secuelas de la crisis económica.

**POR ZOHRA BENNADJI**

Ing. Agr. (Ph.D.)  
Supervisor Área Forestal  
Estación Experimental del Norte  
zbennadj@tb.inia.org.uy

**A** 17 años de la promulgación de la Ley Forestal 15.939, el país cuenta ahora con una superficie forestal de más de 600.000 há, siendo la exportación el destino principal de la producción. La balanza comercial de los productos forestales, deficitaria por décadas, alcanzó finalmente un saldo positivo en los últimos cinco años, con un monto promedio anual de exportación superior a U\$S 100.000.000.

A pesar de la predominancia de materia prima en rolos, se perfila una clara tendencia a la producción y exportación de productos diferenciados, con mayor valor agregado, haciendo de la calidad industrial de la madera un eje cada vez más central en las demandas tecnológicas del sector.

Hechos que ocurren en oficinas, laboratorios y campos experimentales contribuyen también a la progresiva consolidación de la actividad forestal, considerada, hasta hace poco, incipiente en el país. Las acciones de mejoramiento genético de especies forestales del Área Forestal del INIA y de su Programa Nacional Forestal son parte de un esfuerzo de desarrollo tecnológico de largo aliento encarado por el sector.

Por más de 10 años, el INIA estableció programas de mejoramiento genético para las especies forestales más plantadas en Uruguay, caracterizados por su sistematización en el espacio y en el tiempo. Basados en trabajos en redes en las cuatro zonas de prioridad forestal del país, estos programas cuentan con ensayos y

bases de datos que han habilitado, a la fecha, la liberación de variedades y líneas de clones de especies de *Eucalyptus* con tasas de crecimiento superiores a los testigos comerciales usados corrientemente en las plantaciones forestales.

La concepción y la implementación de los procesos de adaptación, generación y transferencia de tecnología relacionados al mejoramiento genético de especies forestales cuentan, hoy en día, con diferentes canales de consultas y ámbitos de discusión, como el Grupo de Trabajo Forestal del INIA, la Mesa Técnica de la Madera y la Sociedad de Productores Forestales.

En este artículo presentamos una caracterización de la cadena de producción y transformación de la madera en su etapa actual de desarrollo y un panorama de los programas de mejoramiento genético forestal del INIA, como herramientas para la consolidación de algunos de sus eslabones.

## RESPALDANDO UNA CADENA EN PROCESO DE CONSOLIDACIÓN

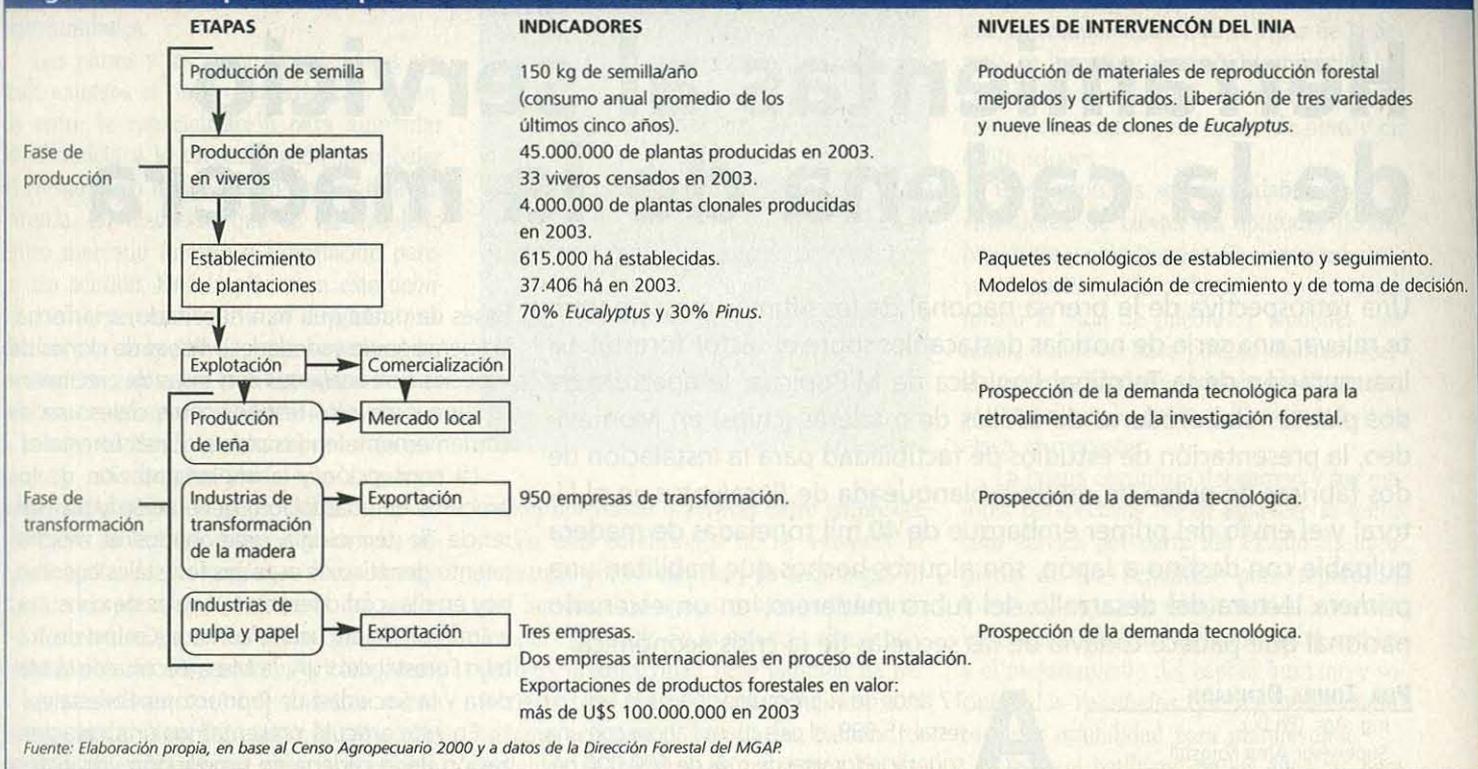
La madera es una materia prima que las industrias de primera, segunda y tercera transformación modifican con grados crecientes de intensidad y complejidad, desembocando en múltiples productos derivados.

La Figura 1 presenta una síntesis de los componentes de la cadena de producción y transformación de la madera, con sus principales indicadores en el Uruguay. Se agregan también a este esquema general los niveles de intervención de las acciones de investigación llevadas a cabo por el INIA.

Los promedios nacionales de rendimiento de madera registrados a la fecha por especie, zona y paquete tecnológico aplicado permiten visualizar un margen significativo para la mejora, a través de la búsqueda afinada de la adaptación de las especies al sitio.

Con relación a la incorporación de parámetros de calidad, están en proceso de elaboración -a diferentes niveles de la fase de transfor-

**Figura 1. Principales componentes de la cadena de la madera**



mación (aserraderos, carpinterías, construcción, fábricas de muebles, industrias papeleras)- listados de requisitos para la materia prima obtenida a partir de las plantaciones forestales.

Estos requisitos hacen referencia a un conjunto de propiedades físicas, químicas y mecánicas de la madera y de sus productos derivados, cuyos rangos de variación son fijados por la dinámica de oferta y demanda de materia prima en el mercado y sus potenciales usos en las etapas de primera, segunda y tercera transformación.

Desde sus inicios en 1992, los aportes de la investigación forestal del INIA han evolucionado paralelamente al desarrollo de las fases de producción y transformación de la cadena de la madera en el país. Estos aportes se visualizan, de manera simplificada, a dos niveles: (i) un primer nivel, cuantitativo, de aumento de la productividad de las especies comprobadas; (ii) un segundo nivel, cualitativo, de búsqueda de la calidad y diferenciación de productos.

El establecimiento de programas de mejoramiento genético de las especies forestales más plantadas en el país y la prospección de una amplia gama de otras, consideradas promisorias, constituyen el núcleo de base de las acciones de investigación.

Los criterios de selección, orientados inicial-

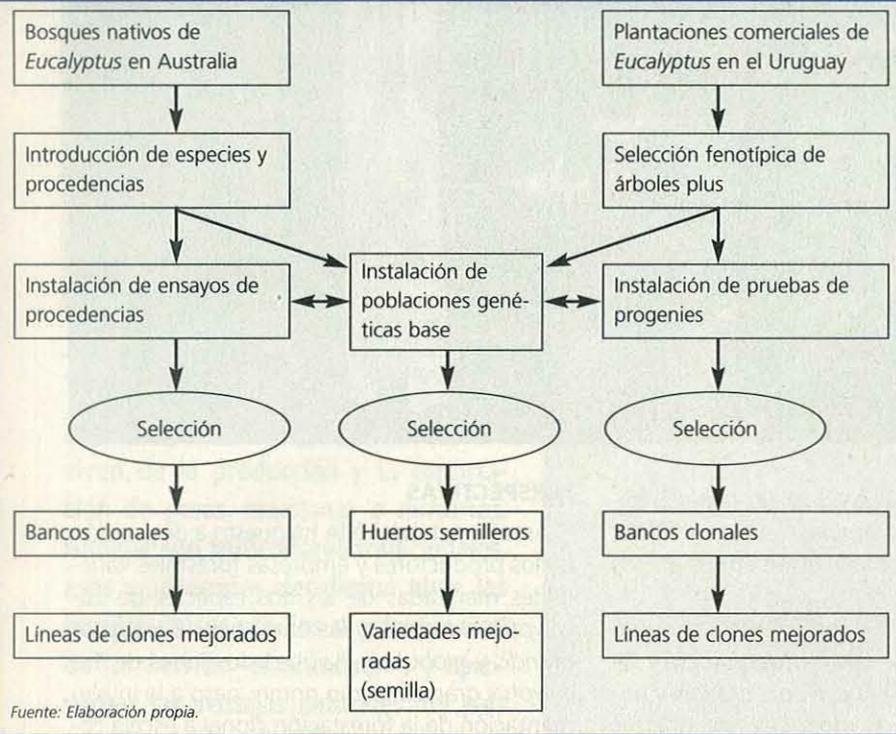
mente a la productividad, han ido evolucionando hacia la incorporación de parámetros de sanidad y de calidad de la madera para diferentes usos. La estrategia de trabajo en red en las cuatro zonas de prioridad forestal se ha visto beneficiada por el apoyo logístico de los productores y las empresas forestales.

#### ALGUNOS ASPECTOS PROPIOS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPECIES FORESTALES

Los árboles forestales se destacan por sus ciclos biológicos largos y presentan características reproductivas peculiares, habitualmente interpretadas como estrategias de adaptación a factores bióticos y abióticos adversos. Por otra parte, estas especies suelen ocupar importantes áreas naturales de repartición geográfica cuya prospección plantea problemas metodológicos y prácticos.

Esta situación conduce a que, contrariamente a lo que ocurre en los casos de especies agrícolas y hortícolas, los trabajos de mejoramiento genético de la mayoría de las especies forestales son relativamente recientes. Este retraso relativo constituye una ventaja al momento de la implementación de programas de mejoramiento genético, porque estas especies gozan todavía de una considerable diversidad genética inter e intra-pobla-

**Figura 2. Esquema básico del mejoramiento genético de las especies del género *Eucalyptus*.**



cional.

El tamaño de las especies forestales constituye también una limitante al momento de la instalación de ensayos a campo. Por estas mismas razones de tamaño, los estudios en condiciones controladas se reducen al estado juvenil, aspecto que restringe mucho su utilidad e interés.

Por otra parte, como vegetales perennes, estas especies expresan sus características de crecimiento muy tardíamente. A título de ejemplo, se deben esperar varios años para la apreciación del desarrollo fenológico (floración, sistemas de cruzamiento y producción de semilla) y la evaluación de propiedades de la madera no es factible a edades tempranas.

**Cuadro 1. Estado de avance de los programas de mejoramiento genético de *Eucalyptus* y *Pinus* en el INIA**

Especie	Prospección de la variabilidad genética		Obtención varietal	Mejora sobre más de dos generaciones	Uso de marcadores moleculares
	Local	Introducida			
<i>Eucalyptus grandis</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Eucalyptus globulus</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	No
<i>Eucalyptus maidenii</i>	Sí	Sí	No	No	No
<i>Eucalyptus saligna</i>	No	Sí	No	No	No
<i>Eucalyptus dunni</i>	No	Sí	No	No	No
<i>Pinus taeda</i>	Sí	Sí	No	No	No
<i>Pinus elliottii</i>	No	Sí	No	No	No

Fuente: Elaboración propia. Bases de datos Programa Nacional Forestal-INIA.

Este conjunto de características biológicas tiene tres consecuencias en la implementación de programas de mejoramiento genético: (i) la utilización frecuente de dispositivos experimentales apropiados para generar información y, a su vez, aplicar la selección; (ii) el uso sistemático de la selección por varios caracteres a la vez y el establecimiento de índices para acumular y capitalizar las ganancias genéticas en una sola generación de mejora; (iii) la búsqueda activa de predictores precoces de caracteres y de correlaciones juvenil-adulto, para habilitar la selección temprana y acortar los ciclos de mejora.

Desde el punto de vista económico, como los ciclos de producción forestal se extienden sobre décadas, los objetivos de los programas de mejoramiento genético deben concebirse y dimensionarse no solamente en el contexto económico del momento, sino que deben tener también una perspectiva estratégica. Este ejercicio conlleva varias dificultades de implementación y limita en la práctica, excepto en el caso de especies de muy corta evolución, la creación de variedades muy especializadas, cuyo cultivo y uso presentarían altos riesgos económicos para los productores.

## VARIEDADES FORESTALES LIBERADAS POR EL INIA

El Área Forestal del INIA inició programas de mejoramiento genético de *Eucalyptus* y *Pinus* a partir de 1992. A la fecha cuenta con más de 27 especies introducidas, de las cuales cinco disponen de programas de mejoramiento completos y tres han culminado ya en liberación de variedades, de las cuales una tiene rasgos biológicos y productivos de raza local.

La priorización de las especies estudiadas se realizó considerando aspectos biológicos, económicos y sociales estrechamente asociados al contenido de la última ley de fomento forestal. Los criterios de mejoramiento genético contemplados en primera instancia fueron la sobrevivencia, el crecimiento y la sanidad, buscándose una productividad óptima en las zonas de prioridad forestal. En la Figura 2 se presenta un resumen de los principales componentes de los programas de mejoramiento genético de las especies del género *Eucalyptus* del Área Forestal del INIA. En el género *Pinus* se aplica, a grandes rasgos, la misma metodología.

En el Cuadro 1 se presenta una síntesis del estado de avance de los programas de mejoramiento genético de especies de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus* en el INIA.

Vista del banco clonal de *Eucalyptus grandis*.  
INIA-Tacuarembó.

Medición de características de la madera en ensayos de progenies de *Eucalyptus grandis*.

Lotes de semilla mejorada y certificada de *Eucalyptus grandis*.



Otras especies de *Eucalyptus* (*E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. viminalis* etc.) y de *Pinus* (Híbrido *elliottii* x *caribaea*) están en sus etapas primarias de evaluación.

El INIA ha puesto a disposición de los usuarios tres variedades de *Eucalyptus* (primera y segunda generación de *Eucalyptus grandis* y primera generación de *E. globulus*). Los huertos semilleros de estas variedades están ubicados respectivamente en la Estación Experimental de INIA-Tacuarembó y en INIA-Las Brujas.

Se han liberado, a su vez, nueve líneas de clones de *Eucalyptus grandis*, cuyo banco clonal está instalado en INIA-Tacuarembó. La variedad de primera generación de *Eucalyptus grandis* liberada por el INIA asegura un aumento de más de 30% en crecimiento, comparada con testigos comerciales utilizados habitualmente en el país, y la de *Eucalyptus globulus* permite un aumento del orden de 15%.

Desde 1998, el INIA ha participado activamente en la implementación del primer proyecto piloto de certificación de materiales de reproducción forestal en el país, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). La cosecha y el procesamiento de la semilla se realizan en las instalaciones del INIA. Se procede a su fraccionamiento y acondicionamiento en lotes de 500 y 100 gramos, en envases especialmente diseñados para este fin.

En el caso de las líneas de clones, se hace entrega a los productores de bloques fundación, constituidos de números dados de individuos por clon seleccionado. Los materiales mejorados y certificados del INIA están disponibles para la venta en la Sección de Administración de la Estación Experimental del Norte.

## PERSPECTIVAS

El Área Forestal del INIA ha puesto a disposición de los productores y empresas forestales variedades mejoradas de las dos especies de *Eucalyptus* más plantadas en el país (*Eucalyptus grandis* y *globulus*). Ha liberado clones de *Eucalyptus grandis*, como primer paso a la implementación de la forestación clonal a escala comercial. Tiene programada, a su vez, la próxima liberación de una variedad de segunda generación de *Eucalyptus globulus* resistente a enfermedades y de una variedad de primera generación de *Eucalyptus maidenii*. En *Pinus taeda* están culminando las tareas para la instalación del primer huerto semillero clonal de esta especie.

A inicio de los programas de mejoramiento genético en el INIA, los criterios de selección apuntaban a la adaptación a los sitios de plantación y al aumento de productividad. En la etapa actual, los esfuerzos se concentran en la integración de criterios de selección por calidad de madera. Esta última etapa del desarrollo de los programas implica una mayor interacción con los diferentes actores de la cadena, para la identificación y priorización de los parámetros de calidad de la madera a estudiar y para la potenciación de las capacidades en recursos humanos e infraestructura disponibles.

El trabajo realizado actualmente para el estudio de la calidad pulpera de especies de *Eucalyptus* —en conjunto con la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República y el LATU, con la activa participación de diferentes empresas forestales del medio— constituye un buen modelo de cooperación inter-institucional a seguir en los próximos años.

**Para la compra de semilla y clones mejorados de *Eucalyptus*, por favor contactar:**

**Administración de la Estación Experimental del Norte  
INIA-Tacuarembó  
Teléfono: (0632) 2407 interno 1315  
e-mail: [jalonso@tb.inia.org.uy](mailto:jalonso@tb.inia.org.uy)**