

POTENCIAL DEL MEJORAMIENTO GENETICO EN LA SILVICULTURA¹

Francisco Mesén*

RESUMEN

Los árboles forestales, por su mayor tamaño y su ciclo biológico más largo, presentan una serie mayor de obstáculos para su manipulación y mejoramiento genético que los cultivos agrícolas, pero también una serie de ventajas. La gran mayoría de las especies forestales no han sido manipuladas grandemente por el hombre, de manera que se encuentran en estado prácticamente silvestre y muestran una inmensa variabilidad genética que puede ser aprovechada. En Costa Rica, los trabajos en mejoramiento genético forestal se iniciaron en 1977 en el CATIE; desde entonces se han establecido cerca de 150 ensayos genéticos con aproximadamente 20 especies prioritarias, tanto nativas como introducidas. Posteriormente otras organizaciones (OET, ITCR) han iniciado trabajos de selección y mejoramiento, especialmente con especies nativas, y más recientemente, empresas privadas han incurrido exitosamente en el mejoramiento genético forestal, principalmente con la especie *Gmelina arborea*. Si bien aún se nota una falta de conciencia de parte de muchos políticos, técnicos forestales y reforestadores hacia la importancia del componente genético en la silvicultura, la situación presente es totalmente diferente a la que existía 15 años atrás. Actualmente existen programas de investigación y producción de germoplasma mejorado, se cuenta con un registro nacional de fuentes semilleras y se está consolidando un programa pionero de certificación de germoplasma forestal. Se espera que, en el corto plazo la utilización de germoplasma mejorado sea un requisito esencial de cualquier programa de reforestación y que el uso de materiales dudosos y de características desconocidas pase a ser una práctica del pasado.

ABSTRACT

The potential for genetic improvement in silviculture. Forest trees, due to their larger size and longer biological cycle, present a series of obstacles for their genetic manipulation and improvement greater than those of agricultural crops, but also a series of advantages. The vast majority of forest species has not been greatly manipulated by man, so they remain in a practically wild condition and show an immense genetic variability, which can be utilized. In Costa Rica, genetic improvement work started in 1977 at CATIE, and since then about 150 genetic trials have been established, involving some 20 priority species, both native and introduced. Later on, other organizations (OTS, ITCR) have started selection and breeding efforts, particularly with native species and, more recently, private companies have successfully ventured into forest genetic improvement, mainly with the species *Gmelina arborea*. In spite of a remaining lack of consciousness in many politicians, forest technicians and reforesters toward the importance of the genetic component in silviculture, present situation is totally different from 15 years ago. Presently, research and improved germplasm production programs exist, a national register of seed sources is available, and a pioneer forest germplasm certification program is being consolidated. Hopefully, utilization of improved germplasm will be in the short term an essential requirement of any reforestation program, and the use of dubious materials of unknown characteristics will become a practice of the past.

1/ Documento expuesto en el X Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, Julio 1996, San José, Costa Rica.

* Proyecto de Semillas Forestales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

INTRODUCCION

De manera puramente intuitiva, el hombre ha venido utilizando técnicas de mejoramiento genético durante siglos, pues ha seleccionado esos individuos raros que ocasionalmente sobresalen de los demás por ciertas características de interés, para tratar de desarrollar cultivos o animales más productivos, más resistentes, más atractivos o simplemente diferentes. A ningún finquero en su sano juicio se le ocurriría utilizar sus peores exponentes como pies de cría para las siguientes generaciones. Por eso es difícil entender por qué a muchos reforestadores, decisores e incluso técnicos forestales no les preocupa seleccionar árboles deformes, enfermos o suprimidos para recolectar su semilla y establecer plantaciones, o bien obtener la semilla sin conocer su origen ni las características genéticas de los padres. El resultado de este error ha sido evidente en muchos casos, tal vez demasiados, y sin embargo se sigue repitiendo. Sus repercusiones no sólo se han sentido en las pérdidas económicas del dueño de la plantación, sino que tantas plantaciones fallidas han generado frustración y han dado una imagen negativa a la reforestación. Es difícil convencer a un finquero de invertir en reforestación si tiene como modelo las plantaciones desastrosas de su vecino.

Esta falta de atención hacia el componente genético en la silvicultura posiblemente tenga su origen en ciertas características propias del recurso forestal, que lo diferencia de los cultivos agrícolas y animales domésticos: a) el bosque ha sido visto como un regalo de la naturaleza que está ahí únicamente para ser explotado, no manejado como un cultivo más. La cultura forestal es una actividad relativamente reciente y aún muchas sociedades consideran absurda la siembra de árboles; b) por siglos, el bosque se ha venido regenerando sin intervención del hombre, lo cual ha hecho suponer que esta acción se le puede seguir dejando a la naturaleza, bajo los "mismos términos" y c) las prácticas de manejo forestal permiten un amplio margen de selección y mayores opciones de obtener un producto final a pesar de la mala calidad del germoplasma utilizado. Asimismo, la enseñanza de las ciencias forestales ha tendido a sobreenfatizar la importancia del ambiente y del manejo en el éxito de la silvicultura, minimizando e incluso ignorando la importancia de la herencia en el comportamiento de los

individuos. Ha tomado a los forestales demasiado tiempo entender que los árboles responden a la manipulación genética y se rigen por los mismos principios de la herencia que cualquier otro organismo vivo.

El reconocimiento de la importancia del mejoramiento genético en la silvicultura es un evento relativamente reciente, que tomó fuerza a nivel mundial en los años 50. En Costa Rica, el primer programa de mejoramiento genético se inició en el CATIE en 1977 (Mesén et al. 1994). Si bien todavía se nota una falta de consciencia en muchos decisores, reforestadores y aún técnicos forestales hacia la importancia del componente genético en la silvicultura, actualmente la situación es muy diferente a la que existía en esa época.

En este documento se discuten las limitaciones y obstáculos para el desarrollo de prácticas de mejoramiento genético forestal, así como las ventajas y oportunidades; se presentan ejemplos del potencial del mejoramiento, tanto a nivel mundial como nacional, en el desarrollo de la silvicultura y los avances obtenidos en Costa Rica. Con base en este panorama, se discuten las opciones y perspectivas de esta actividad y su impacto en el desarrollo del sector forestal del país.

CARACTERISTICAS Y ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL

Los árboles forestales, por su gran tamaño y sus ciclos biológicos relativamente largos, presentan mayores obstáculos para su manipulación y mejoramiento genético que los cultivos agrícolas: muchos árboles no florecen a edades juveniles, dificultando los programas de cruzamiento y producción de semilla; la arquitectura de los árboles requiere áreas grandes para evaluación, conservación de genotipos y producción de germoplasma, que a menudo no están fácilmente disponibles, sobre todo cuando se trabaja a nivel de instituciones estatales. Un solo ensayo de 10 procedencias de una especie, por ejemplo, requiere más de 2 ha de terreno.

Por otro lado, al contrario de los cultivos agrícolas, la mayoría de las especies forestales no han sido manipuladas grandemente por el hombre, por lo cual existe en la naturaleza una tremenda variabilidad que puede ser identificada y utilizada. Basta recorrer cualquier bosque o plantación

para encontrar individuos sobresalientes casi para cualquier característica bajo selección. El trabajo del mejorador consiste en reconocer esa variabilidad, seleccionar individuos que reúnan las características de interés y propagarlos para generar sus poblaciones de mejoramiento y producción de germoplasma mejorado. A partir de las poblaciones mejoradas se puede iniciar el ciclo nuevamente para aprovechar las nuevas combinaciones genéticas y producir ganancias cada vez mayores.

POTENCIAL DEL MEJORAMIENTO GENETICO

Posiblemente, el ejemplo contemporáneo más claro del potencial del mejoramiento genético en la silvicultura lo representa el programa de la empresa Aracruz Florestal, en Brasil, con la especie *Eucalyptus grandis*. La producción de 75 m³/ha/año lograda mediante la selección y clonación de individuos superiores, representa un aumento del 600% en productividad con respecto a poblaciones no mejoradas. Unido a esto, el mejoramiento del vigor y la forma de los árboles resulta en una serie de beneficios indirectos (mayor facilidad y eficiencia en el manejo, cosecha, transporte y aprovechamiento, así como una reducción del turno de rotación), que aumentan aún más el impacto del mejoramiento.

Los resultados en programas jóvenes también han sido notables. En mejoramiento genético forestal se tiene la ventaja de que la relación beneficio-coste es muy alta al inicio del programa, lo cual significa que en las primeras etapas se pueden lograr ganancias muy significativas con poco esfuerzo. Esta tendencia ha sido muy clara en el caso del programa de mejoramiento genético del CATIE, en Costa Rica. Los ensayos de especies y procedencias de *Pinus* spp., por ejemplo, han mostrado diferencias en volumen de 430% entre la mejor procedencia de *P. tecunumanii* y la peor procedencia de *P. oocarpa* a los 6.5 años de edad (Corea 1989). Con *Eucalyptus saligna*, Mesén (1990) encontró una superioridad de 44% en altura y 40% en diámetro entre la mejor y la peor procedencia a los 5 años de edad; en *E. urophylla*, encontró una superioridad de 32% en altura y 43% en dap (diámetro a la altura del pecho) entre la mejor y la peor procedencia a los 6.5 años de edad; en *Gmelina arborea* las diferencias fueron de 42% en altura, 22% en dap y 53% en rectitud del fuste entre la mejor y la peor procedencia a los 4 años de edad y en *Acacia mangium*

se obtuvieron diferencias de 71% en altura y 43% en dap entre la mejor y la peor procedencia a los 3 años de edad. Estos ejemplos ilustran la magnitud de las ganancias que pueden obtenerse mediante ensayos básicos de especies y procedencias. Estas ganancias aumentan en cada ciclo de mejoramiento. Willan (1988) estima que el establecimiento de huertos semilleros a partir de árboles seleccionados en las mejores procedencias puede generar ganancias de hasta el 50%, la cual podría aumentar a 75% una vez que se complete el aclareo genético del huerto. Por su parte, las técnicas de clonación permiten ganancias aún mayores, puesto que en este caso se aprovecha el 100% de la varianza genética, es decir, toda la superioridad genética de los padres es transmitida íntegramente a los propágulos vegetativos.

ESTADO DE AVANCE EN COSTA RICA

El proceso de mejoramiento genético forestal en Costa Rica se inició de manera muy diferente a los programas tradicionales. Si bien estos normalmente surgen ante la demanda de las compañías reforestadoras por aumentar la productividad y calidad de sus plantaciones forestales, en Costa Rica el programa se desarrolló inicialmente, no para responder a las necesidades de programas de reforestación establecidos, sino precisamente para tratar de demostrar los beneficios del mejoramiento genético y contribuir a estimular la actividad de reforestación (Mesén et al. 1994). Por lo tanto, el programa debió dedicar muchos esfuerzos hacia la capacitación y a la concientización, a todos los niveles, acerca de la importancia de la genética en la silvicultura, en lugar de concentrarse en la investigación y producción de germoplasma mejorado. Aún así, hasta la fecha se han establecido cerca de 90 ensayos y áreas de producción de semilla, y se han desarrollado técnicas de clonación para las especies prioritarias, como se resume en el Cuadro 1.

A partir de 1987, la Organización para Estudios Tropicales (OET) inició el establecimiento de ensayos de evaluación de especies, trabajando con alrededor de 100 especies, en su mayoría nativas (OET, snt). Más recientemente, tanto la OET como el Instituto Tecnológico de Costa Rica han iniciado actividades de selección de árboles superiores y establecimiento de ensayos de descendencias con una serie de especies nativas.

Cuadro 1. Número de unidades genéticas establecidos por el CATIE en Costa Rica.

Especie	PP*	PD	RS	HSP	HSC	EC	TC
<i>Acacia mangium</i>	5		2				x
<i>Albizia guachapele</i>		1					x
<i>Alnus acuminata</i>				1			x
<i>Araucaria hunsteinii</i>	1						x
<i>Bombacopsis quinata</i>		1			1		x
<i>Cordia alliodora</i>	5	6		1	1	1	x
<i>Cedrela odorata</i>		1				1	x
<i>Eucalyptus grandis</i>	4	2					
<i>E. deglupta</i>		3					x
<i>E. urophylla</i>	3						
<i>Gmelina arborea</i>	1	2		6		1	x
<i>Pinus</i> spp.	23	10					
<i>Swietenia humilis</i>		1					
<i>S. macrophylla</i>		1					x
<i>Vochysia guatemalensis</i>	1		1		1	x	
Totales	42	29	2	9	2	4	11

*PP: pruebas de procedencias;

PD: pruebas de descendencias;

RS: rodales semilleros;

TC: desarrollo de técnicas de clonación

HSC: huertos semilleros clonales

EC: ensayos clonales

HSP: huertos semilleros de plántulas

También durante los últimos años, empresas privadas han incursionado exitosamente en programas de mejoramiento genético, con el establecimiento de huertos semilleros clonales y programas de silvicultura clonal, principalmente con la especie *Gmelina arborea*.

A nivel de organizaciones regionales también se observa cada vez con mayor frecuencia que se destinan fondos y se solicita asesoría para el establecimiento de fuentes de producción de semilla mejorada y el desarrollo de acciones más avanzadas de mejoramiento genético para las especies de interés regional.

Finalmente, a partir de 1992 se dio un paso trascendental en Costa Rica al iniciarse un sistema de registro nacional de fuentes semilleras de parte del Ministerio del Ambiente y Energía y el inicio de un programa de certificación de germoplasma forestal de parte de la Oficina Nacional de Semillas, con el respaldo técnico del Proyecto de Semillas Forestales del CATIE (Guevara y Mesén 1994). Estos programas pretenden regular la producción y utilización de semillas y material de vivero, de manera que en el corto plazo, todos los programas de reforestación puedan contar con material de alta calidad física y genética, respaldada oficialmente por un ente autorizado.

CONCLUSIONES

Históricamente, ha habido una tendencia a ignorar o desestimar la importancia de la herencia en la silvicultura, como si los árboles no se rigieran por los mismos principios genéticos que los demás organismos vivientes. Costa Rica no ha escapado a esta tendencia, y desgraciadamente el país ha pagado caro este error. Plantaciones fallidas y reforestadores frustrados dan cuenta de ello y sin embargo, todavía políticos, reforestadores e incluso profesionales forestales siguen planificando programas de reforestación "a partir del vivero", olvidando que una parte esencial del éxito de cualquier plantación se origina mucho antes de esta etapa.

La situación actual, sin embargo, es muy diferente a la que existía 15 años atrás, cuando los términos 'procedencia', 'huertos semilleros' o 'clones' no eran parte del vocabulario forestal. Por amargas experiencias se ha aprendido que el éxito en silvicultura depende no sólo del ambiente y el manejo, sino también de la calidad genética del germoplasma utilizado. La existencia de una red de ensayos genéticos, áreas de producción de semilla mejorada, y cada vez más empresas y organizaciones involucradas en mejoramiento genético forestal demuestran que se está dando un cambio de actitud y que finalmente, el

componente genético pasará a desempeñar el papel preponderante que le corresponde dentro de la silvicultura. La implementación de un programa de certificación de semillas, impensable hace algunos años, es hoy una realidad que poco a poco se consolida a nivel nacional.

El mejoramiento genético forestal, si bien presenta una serie de obstáculos de diversa índole, ofrece aun más ventajas y posibilidades. La gama de opciones abiertas al mejorador, por ejemplo, el establecimiento de huertos semilleros de plántulas en combinación con finqueros como parte de sus programas de reforestación, permite superar fácilmente las limitaciones de terreno y otros recursos que usualmente enfrentan las organizaciones pequeñas y los organismos estatales. Es la esperanza que a muy corto plazo, reforestadores, técnicos forestales y decisores consideren el uso de material certificado de alta calidad como parte esencial de cualquier programa de reforestación y que la obtención de semilla de origen y calidad desconocidos pase a ser una triste práctica del pasado.

LITERATURA CONSULTADA

- COREA, E. 1989. Evaluación de un ensayo de procedencias de *Pinus oocarpa* -*P. patula* ssp. *tecunumanii* en cuatro sitios de Costa Rica. M.Sc. Tesis. Sistema de Estudios de Posgrado Universidad de Costa Rica-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 179 p.
- GUEVARA, A.L.; MESEN, F. 1994. Avances en el programa de certificación forestal en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales 8:15-18.
- MESEN, F. 1990. Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico N° 156. 42 p.
- MESEN, F.; BOSHIER, D.H.; CORNELIUS, J.P. 1994. Genetic improvement of trees in Central America with particular reference to Costa Rica. In Ed. by Leakey, RRB, Newton AC. Proceedings of IUFRO/Edinburgh Centre for Tropical Forests Workshop Meeting: 'Tropical Trees: Potential for Domestication. Rebuilding Forest Resources'. Edinburgh, Scotland, 24-28 August 1992. P. 249-255.
- ORGANIZACION PARA ESTUDIOS TROPICALES (SNT) Parcelas demostrativas en La Selva: una guía a los ensayos de campo.
- WILLIAN, R.L. 1988. Economic returns from tree improvement in tropical and sub-tropical conditions. Danida Forest Seed Centre, Technical Note No. 36. 37 p.