

Aginter  
Comunicación sobre Investigación Forestal  
Costa Rica, 1971-72

11

INVESTIGACION GENETICA Y MEJORAMIENTO FORESTAL

W. C. DYSON

ODA LONDRES - asignado a CATIE, Turrialba, Costa Rica

En los últimos años ha habido un gran aumento de plantaciones forestales en los países tropicales y por consiguiente un enorme aumento en la demanda de semillas de árboles - especialmente de especies como Pinus y Eucalyptus que pueden sembrarse en terrenos estériles y en sitios previamente desforestados. El aumento de la demanda de semillas forestales ha facilitado la iniciación de programas de mejoramiento de semillas forestales y hoy en día es la moda de todas las instituciones forestales, tener un programa de mejoramiento de semillas. Sin embargo, a pesar de su actual popularidad, debe señalarse que los programas de mejoramiento genético son a muy largo plazo, costosos y requieren personal permanente y las facilidades necesarias. Tales programas solo se justifican si hay una demanda sostenida para el futuro de semillas de alta calidad y de las especies pertinentes.

Podemos reconocer tres diferentes aspectos en el trabajo de mejoramiento de semillas de árboles:

(a) Mejoramiento físico de la semilla

Desarrollar una eficiente recolección, limpieza, empaque y almacenamiento de la semilla junto con buena documentación y servicios de entrega. El último puede incluir procedimientos fitosanitarios y certificación a los standards internacionales.

- 1 No deseo discutir este aspecto (que será el tema de otra sesión del seminario) y solo anotaré tres puntos; primero que mientras no se incluya un mejoramiento genético, un suministro constante de semilla de buena calidad puede mejorar grandemente el éxito del programa de plantación.

Segundo, que donde quiera que la importación y exportación de la semilla esté involucrada, se necesita la colaboración internacional para satisfacer los standards mundialmente aprobados para el mercado de semillas y tercero que es muy difícil proceder a pasar a etapas más avanzadas para el mejoramiento de las semillas sin antes haber adoptado los procedimientos mecánicos para el manejo de las semillas de los árboles.

(b) Desarrollo de los recursos locales

Esta fase del mejoramiento de semillas de árboles debe comenzar con pruebas de procedencia que comparen el crecimiento de los árboles levantados con diferentes clases de semillas en diversos sitios donde se planean sembrar.

Generalmente se considera que deberán probarse semillas de cinco procedencias diferentes ; una de en medio de la zona natural donde se espera que haya una mayor variedad y otra de cerca al límite de la zona. Estos límites pueden ser geográficos, de altitud, climáticos o edáficos, dependiendo de que factores uno considera importantes en los sitios que se ván a probar. Si se pueden ensayar cinco procedencias diferentes, mucho mejor, pero estas mismas semillas deberán probarse en cada sitio donde se proponen sembrarse. Generalmente sucede que un país tiene uno o más centros de semillas locales, de los cuales ya se están haciendo plantaciones comerciales antes de que se hayan intentado ensayos sistemáticos de procedencia. (En el caso de especies exóticas donde tiene que importarse la semilla, se deberá escoger un país en particular o un proveedor). Cuando éste sea el caso, este centro de suministro deberá estar incluido dentro

de las pruebas de proveniencia que servirá como un standard conocido por el cual podrán juzgarse las otras proveniencias.

En el caso de especies ya utilizadas en plantaciones de otros países, siempre vale la pena incluir algunas semillas de fuentes de suministro donde ya se han cultivado porque generalmente se encuentra que aún una generación ha mejorado la uniformidad y la calidad del talle y de la cosecha.

Tres clases principales de resultados pueden esperarse de las pruebas de proveniencia; (i) que no haya mucha diferencia entre alguna de las fuentes de suministro ya probadas en cualquier tipo de sitio, (ii) que una (o pocas) de las proveniencias sean marcadamente mejores en todos los sitios, o (iii) que algunas "proveniencias" den mejor resultado en un tipo de sitio, pero las otras sean mejores en los otros sitios. Si se encuentra lo último, será necesario desarrollar diferentes englones de semilla para cada tipo de sitio.

Una vez que se haya seleccionado el sitio correcto de proveniencia (o proveniencias) el trabajo puede continuar a etapas más avanzadas en el programa de reproducción pero debe hacerse énfasis en la importancia de comenzar desde una correcta proveniencia (población base en la jerga genética). El descubrimiento de proveniencia del Lago Albacuta hizo posible las plantaciones del Eucalyptus camaldulensis en los países mediterráneos después de cerca de 100 años de ensayos decepcionantes con semillas de otros sitios. En el Africa Oriental y Central el Pinus oocarpa fué rechazado por muchos años debido a que los primeros ensayos se hicieron con semillas provenientes de México que no crecen bien en los trópicos. Fué únicamente cuando se experimentó con semillas procedentes de Honduras y Nicaragua que se reconoció el potencial de esta especie.

Después de tener el sitio correcto<sup>d</sup>proveniencia, el primer y más importante pas es asegurar el suministro de la semilla. En el caso de especies autoctonas, la semilla debe protegerse para que no caiga, contra incendio o daño accidental . Esto debe ser constantemente vigilado y anotado. Los mejores árboles deberán marcarse y la recolección de la semilla debe limitarse a los mejores árboles. El sitio debe ser raleado y limpiado para dar a los árboles de semilla más espacio y reducir la posibilidad de polinización cruzada con árboles inferiores. Donde ya existen las plantaciones de especies exóticas los sitios más antiguos deben tratarse en la misma forma. Donde no hay plantaciones viejas con las especies y de las proveniencias deseadas, puede ser posible convertirlas en pequeñas fuentes de suministro de semillas, raleando y eliminando las especies inferiores y los árboles individuales. Sin embargo, generalmente es preferible hacer una nueva importación de semilla de la proveniencia deseada y establecer dos o más plantaciones de 5 a 10 hectáreas cada una en sitios accesibles que puedan desarrollarse como Areas de Producción de Semillas (Rodales semilleros).

En esta clase de trabajo puede conseguirse mucha ayuda a través de organizaciones internacionales como F.A.O, la Junta Internacional de Recursos Genéticos de las Plantas (International Board for Plant Genetic Resources), la Union Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (The International Union of Forest Research Organisations) y a también con organizaciones nacionales como: Commonwealth Forestry Institute, Oxford, England, Centre Forestière Tropical, Nugent, France, Forest Research Institute, Camberra, Australia and the Instituto Nacional de Investigación Forestal, Coyacán, Mexico.

Le incumbe a todas las organizaciones de investigación forestal establecer y mantener contactos con estas instituciones. En este trabajo internacional, por supuesto, es esencial una completa colaboración y se espera que uno contribuya recíprocamente con información y material.

La expansión de las fuentes de semillas existentes, es muy importante. Son estas fuentes locales de semilla las que mantendrán el programa de plantaciones comerciales hasta el momento en que puedan desarrollarse fuentes de suministro de semilla más avanzadas. Ganancias en volúmenes de producción del 25% y más se han reportado con un simple trabajo de selección en las áreas de producción de semilla. Este tipo de trabajo tiene la ventaja adicional que es barato y sencillo y no requiere personal especializado. Lo que si se necesita es constancia en esta política, esfuerzo y un meticuloso registro de datos.

La segunda etapa en el desarrollo de fuentes de suministro locales, es la selección de árboles padres superiores (Plus trees) y la creación de huertos para semillas. Tales árboles pueden seleccionarse en el sitio natural con especies autóctonas y en las viejas plantaciones de especies exóticas. Los métodos para hacer esto están descritos en la literatura existente sobre cultivo de árboles y por esto no entraré en detalles, pero me gustaría hacer unas observaciones. Primero es imposible reconocer un "árbol plus" en un bosque o selva natural donde se sabe poco sobre las condiciones en que creció. Aún en plantaciones bien manejadas los mejores árboles en apariencia, están siempre cambiando de estado y el que puede parecer un "árbol plus" en determinado año puede completamente cambiar su apariencia cinco años después. Por consiguiente no pierdan mucho tiempo midiendo y comparando árboles plus. En vez de esto

se deberán concentrar en experimentar su progenie. Segundo, no se deberá tratar de seleccionar a standards demasiado altos. En el pasado los cultivadores de árboles acostumbraban seleccionar un "árbol plus" en diez de miles examinados, pero debido a la variación natural esto requiere un esfuerzo desproporcionado para la ganancia que se obtiene. Es preferible seleccionar un "árbol plus" entre 500 a 1,000 examinados de modo que en una plantación se puede escoger el mejor árbol dentro de cada hectárea examinada. Tercero; seleccionar una gran cantidad de "árboles Plus". La opinión general, como se pone de ejemplo en los escritos de Shelbourne y de otros, recomienda cerca de 500 árboles plus como una población base. Tal cantidad, requiere de un grupo genético bien organizado que pueda manejarla, pero solo se debe seleccionar la cantidad que la organización pueda controlar.

De este número sustancial de árboles plus, un número más pequeño (generalmente entre 25 a 60) de los de mejor apariencia pueden seleccionarse para establecer el primer huerto de semillas. Cuando se conocen los métodos de multiplicación vegetativa, se preferirán los huertos clonales, pero para algunas especies los huertos tendrán que establecerse con semillas de los árboles plus escogidos. De nuevo, sobre este tema hay una gran cantidad de información sobre el establecimiento y dirección de huertos de semillas y solamente deseo hacer énfasis en dos puntos obvios: Deben sembrarse en un área donde se sepa que la especie producirá buena semilla y segundo, el sitio debe ser de fácil acceso de modo que pueda ser protegido, visitado, inspeccionado y trabajado con frecuencia.

Hasta este punto sabemos muy poco sobre la calidad de la semilla que vamos a tener en nuestro huerto. Hasta el momento hemos

dependido de la fé en que los buenos árboles nos darán buenos hijos. También hemos asumido que nuestros "árboles plus" eran buenos por razones genéticas que podrían heredarse y no que habían crecido en un ambiente favorable. Puede que ésto no sea así, y sólo podemos estar seguros si hacemos pruebas de descendencia. Es sólo por medio de pruebas de descendencia que podremos progresar lógicamente para un mayor mejoramiento genético y debemos comenzar con estos ensayos tan pronto como nos sea posible.

Podemos obtener alguna información de nuestros árboles padres "plus", multiplicándolos vegetativamente y estableciendo pruebas comparativas clonales en uno o más sitios. Este es un método valioso cuando los árboles plus fueron seleccionados en el bosque natural y sabemos poco del ambiente original. Estas pruebas clonales o "Tree Shows" son muy populares en Escandinavia y nos capacitan para decidir cuáles de nuestros árboles crecen mejor en un determinado sitio. Para cultivos de árboles que se reproducen vegetativamente como Salix Populus, Caucho, Cacao o Té, éstos nos conducen directamente a plantaciones comerciales.

Lo que es más usual es que los árboles forestales se reproduzcan por semilla y es la planta del semillero con la que debemos experimentarl En el momento de seleccionar nuestros árboles plus debemos diligentemente recolectar la semilla de cada árbol plus, y cuando fracasemos con la primera visita, volver a ver el árbol periódicamente hasta que consigamos la semilla (podemos observar que si tenemos un árbol que no nos produce semilla, no no será de utilidad).

Las plantas del semillero de cada árbol plus podrán ahora sem-

brarse para pruebas comparadas en los sitios que deseamos reforestar. De los resultados de estos ensayos podemos ajustar los clones en nuestros primeros huertos clonales, eliminando los malos y sustituyéndolos por clones más promisorios. Podemos también diseñar y plantar nuevos huertos de semillas que contengan solo los clones más promisorios de los cuales sepamos que vamos a producir buenos semilleros y por lo tanto podemos seleccionar un nuevo grupo de árboles plus de los mejores árboles de la prueba progenial, y así pasar a otra generación ya mejorada.

Esta consideración de la prueba progenial me conduce a mi tercer aspecto del programa de mejoramiento del árbol. El procedimiento rutinario para el mejoramiento de la semilla no nos dice por sí mismo sobre la genética de una especie y se basa en varias suposiciones que no pueden ser ciertas. Un análisis cuidadoso de nuestros datos sobre las pruebas progeniales nos puede indicar cuan debilmente o cuan fuerte se hereda cierta característica. De modo que si encontramos <sup>que</sup> el grano espiral en la madera se hereda (como es el caso del *Pinus longifolia*) podemos seleccionar nuestros árboles padres evitando esta mala característica, y confiando que la nueva generación tendrá un grano recto. El cálculo de que tan fuertes son los caracteres que se heredan a través de la semilla, es una guía importante en nuestros métodos de selección de árboles.

Otro aspecto importante se relaciona con los caracteres de los árboles jóvenes comparándolos con los más viejos. Si nosotros encontramos como lo hizo Champion con el *Pinus Longifolia*, que podía reconocer los espirales en las plantas jóvenes, que más tarde se volverían árboles torcidos, podremos ahorrar años de trabajo en nuestro programa de mejoramiento.



Nosotros generalmente suponemos que <sup>en</sup> las especies polinizadas por el viento, tales como los pinos o cipreses, sus semillas tienen polinización cruzada y que pueden combinarse buenos caracteres en las semillas de los árboles padre y madre. Esto no es siempre cierto y en los Cipreses, la polinización propia ocurre frecuentemente y puede conducir a plantas muy inferiores. Con las maderas duras el método de polinización es menos bien conocido: En la Cordia alliodora por ejemplo se supone que hay polinización cruzada por medio de insectos pero en Turrialba, las flores empaquetadas de las cuales se habían excluido los insectos, produjeron algunas semillas fértiles.

La otra parte de la investigación debe estar dirigida a desarrollar métodos baratos y eficientes de multiplicación vegetativa, o por estímulo de producción de semilla en los árboles jóvenes. Estos son sólo ejemplos de muchos de los problemas en el trabajo genético que debemos estudiar y entender, si deseamos lograr un progreso óptimo dentro de nuestros limitados esfuerzos de investigación.

Finalmente hay un asunto en el cual deseo hacer énfasis. He hablado de la selección de 500 árboles plus y de la importancia de las pruebas progeniales (de descendencia). La perspectiva de ensayar 500 lotes de semilla a un mismo tiempo deberá parecerles aterrador y en realidad los ensayos progeniales se hacen generalmente con grupos de 20 a 50 familias a un mismo tiempo. Sin embargo, se han diseñado métodos para ensayar simultáneamente cientos de familias los cuales son factibles y relativamente baratos para una organización forestal bien organizada. Por qué debemos seleccionar tantos árboles y experimentar con tantas familias cuando utilizamos solo de 30 a 60 padres en un huerto de semillas?

La razón por supuesto es la de preservar un amplio grupo de variedades genéticas. En cualquier sitio buscamos aumentar el rendimiento y reducir la variación en el cultivo siendo la última etapa el uso de un solo "clone" como se hace con el Populus o el Caucho. Donde las semillas se utilizan para la siembra, restringimos el número de padres en los huertos de semillas para reducir la variación y obtener el mejor rendimiento en nuestro cultivo. Pero, cuando tenemos una variedad de sitios donde plantar necesitamos clones diferentes y una diferente mezcla de semillas para lograr buenos resultados en cada lugar. Además no podemos predecir el futuro; un cambio de política puede llevarnos a sembrar en sitios nunca antes considerados o una nueva enfermedad puede presentarse lo que exigirá hacer una selección resistente a ella. Debemos estar listos para cambios futuros.

Por esta razón, deben haber siempre dos flancos en nuestro programa: uno en búsqueda de la uniformidad y el alto rendimiento en nuestros cultivos comerciales y el segundo mantener una gran flexibilidad y probablemente un valor bajo, como medidas de seguridad para el futuro. El problema ha sido conocido por los cultivadores agrícolas donde varias variedades valiosas se han perdido. Este es un nuevo problema para el geneticista forestal y debemos tratar de evitar la trampa en que cayeron los cultivadores de maíz.

ETAPAS DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO  
GENETICO DE UNA ESPECIE FORESTAL

- (1) IDENTIFICACION de especies y planificación de un programa de plantaciones (importación de semillas exóticas).
- (2) RECOLECCION (Importación de semillas exóticas) de donde se encuentren disponibles.

Estudios de tratamiento y almacenamiento

- (3) PRUEBAS DE PROCEDENCIA. De cada tipo de sitio donde se planifiquen las plantaciones. Si hay interacción entre especies y sitio, se exigen líneas distintas para cada sitio.

- (4) RECOLECCION de semillas en rodales y de árboles en los sitios más favorecidos

(a) Raleo de los bosques para estimular la producción de semillas de los mejores árboles. → Plantaciones

(b) Desarrollo de RODALES SEMILLEROS → Plantaciones

- (5) SELECCION DE ARBOLES "PLUS"

(a) Recolección de semillas  
(b) Importación de semillas

(c) Multiplicación vegetativa

- (6) PRUEBAS DE DESCENDENCIA

HUERTOS SEMILLEROS  
1º → Plantaciones

SELECCION

RALEOS

HUERTOS SEMILLEROS  
1-1/2 º → Plantaciones

- (7) SELECCION DE ARBOLES "ELITE"  
Y DE ARBOLES PLUS

(a) Recolección de Semillas

(b) multiplicación vegetativa

- (8) PRUEBAS DE DESCENDENCIA

HUERTOS SEMILLEROS  
2º → Plantaciones

Etcetera

HUERTOS SEMILLEROS  
2º → Plantaciones

*Populación para criar árboles*

*Populaciones para fines  
Comerciales*