

traducido al inglés y circuló ampliamente entre los forestales del sur de los Estados Unidos. Fue escrito con un estilo ameno que llamó la atención de los forestales, y en él muchos de éstos obtuvieron sus primeros conocimientos sobre la aplicación de la genética en los árboles forestales. En su libro *Forest Tree Breeding in the World*, Toda (1974) hace referencia a las conferencias de Lindquist en Japón en 1952 y a la gran influencia de éstas sobre los primeros forestales de ese país.

Otra influencia importante fue una serie de conferencias sobre mejoramiento genético de cultivos agrícolas dada en Texas por Åke Gustafsson del *Royal College of Forestry*, en Estocolmo. En una conferencia sobre genética forestal, predijo que los árboles responderían al manejo genético y afirmó que el mejoramiento genético de los árboles sería incorporado a la dasonomía. La tercera influencia fue una serie de artículos sobre mejoramiento genético de árboles publicada por un periódico en Texas como resultado de las conferencias de Gustafsson. Los artículos dieron como resultado una campaña pública para obtener fondos destinados a un programa de mejoramiento genético forestal. En nombre del *Texas Forest Service* y con la participación de 14 industrias forestales, Bruce Zobel organizó dicho programa en 1951. El territorio de trabajo incluyó Texas, Louisiana y Arkansas. La principal tarea inicial fue convencer a los forestales de que la interacción del ambiente y la genética, y no únicamente el ambiente, determina el crecimiento, forma y adaptabilidad de un árbol.

Después de un inicio lento, el interés por la genética forestal aumentó a tal grado en ciertas áreas, que algunas personas la consideraron como el remedio a la mayoría de los males de la dasonomía. Desde entonces, el mejoramiento genético forestal ha logrado que se le considere como una poderosa herramienta del forestal, y el éxito que se obtiene está en relación con la medida en que se le utiliza en conjunto con buenas prácticas de manejo del bosque.

¿QUÉ ES EL MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL?

Para entender qué es el mejoramiento genético forestal, es necesario conocer tres términos, el desarrollo de éstos y su relación entre sí. Aunque algunos autores como Toda (1974) afirman que los tres términos son sinónimos, la mayoría de los científicos diferencian entre la *genotecnia forestal*, la *genética forestal* y el *mejoramiento genético forestal*. Las actividades que se limitan a los estudios genéticos de árboles forestales se denominan *genética forestal*; en este caso, el objetivo es determinar las relaciones genéticas existentes entre los árboles y las especies. Un ejemplo de una actividad de la genética forestal es el intento por determinar los patrones de cruce entre las especies de un género. Las cruces se hacen para determinar las relaciones, pero no tienen como objetivo especial el mejoramiento. El siguiente término es el de *genotecnia forestal*, en el cual las actividades están enfocadas a la solución de algún problema específico o la producción de un producto especialmente deseado. Un ejemplo de dicho mejoramiento dirigido es el desarrollo de líneas de árboles resistentes a las plagas o el mejoramiento genético de árboles que posean madera especialmente deseada. El tercer término, *mejoramiento genético forestal*, se aplica cuando el control de las fuentes parentales se combina con



Figura 1.2 El mejoramiento genético forestal sólo tiene éxito cuando se combina con prácticas de silvicultura intensivas, como es el caso del surcado del suelo antes de la siembra al sur del Brasil. La combinación de un buen cultivo y un buen material genético hace posible la óptima producción de madera.

otras actividades de manejo del bosque, como la preparación o fertilización del lugar, para mejorar los rendimientos totales y la calidad de los productos de los terrenos forestales.

El *mejoramiento genético forestal* sólo es eficaz cuando combina *todas* las experiencias silvícolas y de mejoramiento genético del forestal para obtener los productos forestales más redituables lo más rápido y económicamente posible. Consiste en el "vínculo" de la silvicultura y el origen del árbol para obtener las mayores ganancias totales (figura 1.2). En términos generales, el mejoramiento genético forestal es una herramienta adicional de la silvicultura, que estudia el tipo y constitución genética de los árboles utilizados en las operaciones forestales.

Ha tomado mucho tiempo a los forestales, quizá demasiado, reconocer que las actividades intensivas de manejo del bosque, como la preparación o fertilización del lugar, nunca dan rendimientos máximos a menos que se utilicen también árboles genéticamente mejorados. Por el contrario, hasta hace poco los forestales han aprendido a partir de amargas experiencias que no importa qué tan excelente sean genéticamente los árboles, la máxima producción no se logra a menos que se empleen buenas prácticas de manejo forestal junto con las plantas mejoradas. Este concepto de combinar el manejo forestal con el origen, se acepta ahora con bastante frecuencia como una actividad del mejoramiento genético forestal pero, desafortunadamente, hay quien todavía no reconoce esta crucial relación.

Las actividades del mejoramiento genético forestal se han desarrollado a veces sin conocer adecuadamente los principios genéticos básicos. La información básica está surgiendo ahora más rápidamente que en el pasado, pero aún queda una gran brecha que es necesario cubrir. Un estímulo para quienes han estado relacionados con el mejoramiento genético forestal desde el principio es que en la mayoría de las áreas forestales del mundo, dicha actividad suele incluirse como parte esencial de las operaciones de manejo del bosque. Se ha dejado de considerar al mejoramiento genético forestal como una actividad académica impráctica que requiere un tratamiento y financiamiento especiales, pero que contribuye poco a las utilidades de los terrenos forestales. La mayoría de las organizaciones forestales manejan ahora el mejoramiento genético forestal como una parte regular de la silvicultura. Después de un lento inicio y años de intensa propaganda para hacer que el mejoramiento genético forestal fuera aceptado por la profesión forestal, ocurrió un cambio en la actitud y por un tiempo, a fines de la década de 1950 y principios de la de 1960, los especialistas en el mejoramiento genético forestal se encontraron en la posición poco común de tener que dejar de subrayar el enfoque genético, debido a que algunas personas eran "arrastradas" por su potencial y valor supuestos. Durante algún tiempo, el mejoramiento genético forestal fue considerado como una actividad utópica que resolvería todos los problemas forestales. Por fortuna, se considera ahora de manera real que esta actividad es una herramienta esencial de la silvicultura.

No hay nada misterioso o difícil en torno al mejoramiento genético forestal. Consiste principalmente en el uso del sentido común para el manejo del bosque, considerado desde el "punto de vista" del organismo biológico básico: el árbol. Estudia cómo varían los árboles y cómo se utiliza esta variación para mejorar la productividad del bosque. Aunque algunas personas tienen la impresión de que un buen mejorador forestal debe tener algún entrenamiento especial y poseer ciertos poderes místicos, éste no es el caso.

• Todos los programas incipientes sobre mejoramiento genético forestal dependen y constan de lo siguiente:

1. Determinación de las especies, o fuentes geográficas dentro de una especie, que deben utilizarse en una determinada área.
2. Determinación de la cantidad, tipo y causas de la variabilidad dentro de la especie.

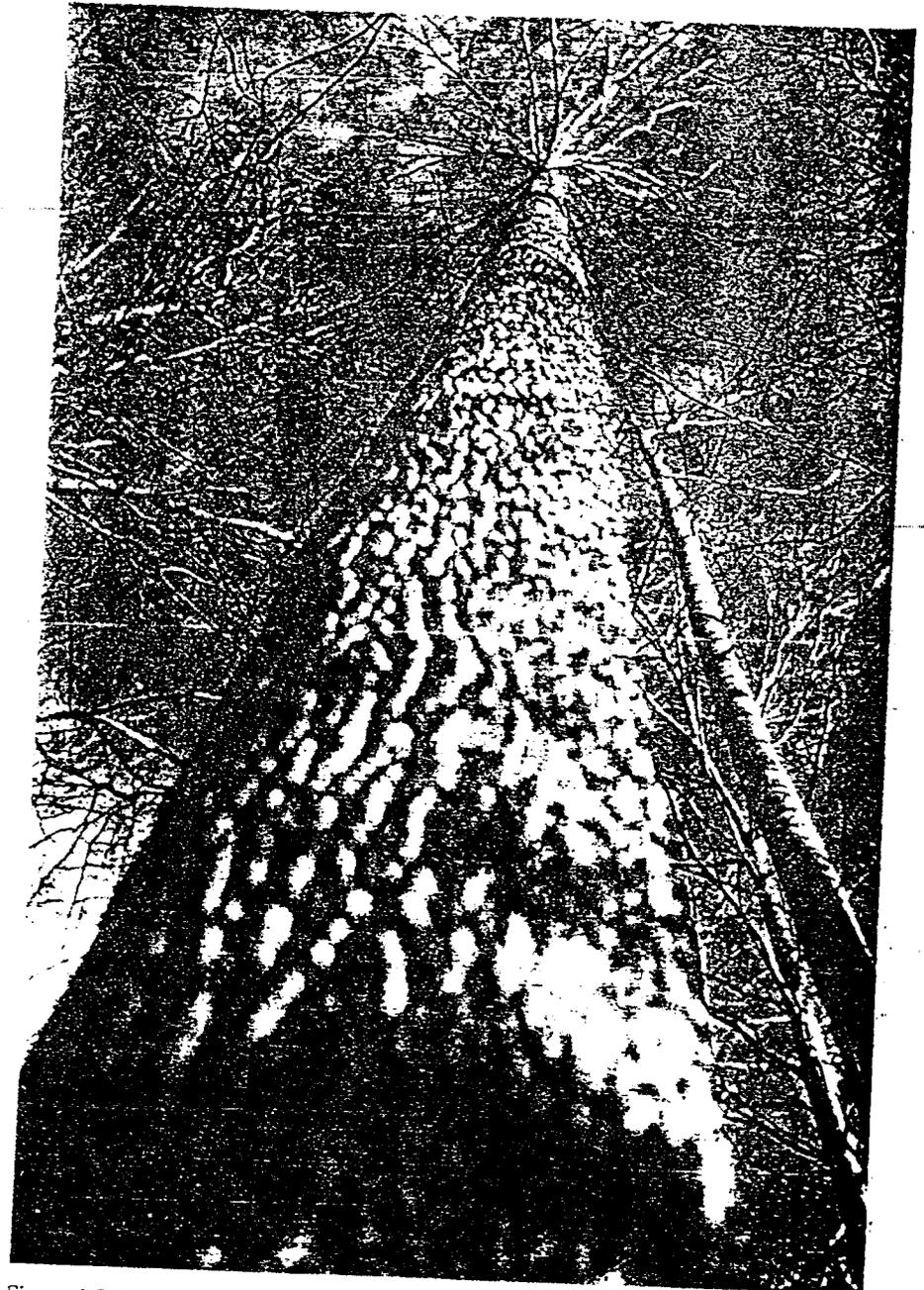


Figura 1.3 El *Liriodendron tulipifera* mostrado representa un "paquete" de buenas características en un solo individuo. El árbol tiene ramas deseables, buena forma, crecimiento rápido y madera de buena calidad.

3. Agrupamiento de las cualidades deseadas en individuos mejorados, para obtener árboles con combinaciones de las características deseadas (figura 1.3).
4. Producción a gran escala de los individuos mejorados con fines de reforestación.
5. Desarrollo y mantenimiento de una población con una base genética lo bastante amplia para satisfacer las necesidades de las generaciones avanzadas.

En algunos casos, es posible que el punto 1 se haya concluido antes de dar inicio a los programas intensivos de mejoramiento genético forestal. En otros, puede ser necesario invertir tiempo, dinero y esfuerzos considerables para concluir dicho punto. Este primer punto debe realizarse antes para que los puntos 2 a 5 sean realmente eficaces. Sin embargo, existe el riesgo de que una organización se involucre tanto en la prueba de las especies y procedencias que se utilicen todos los recursos disponibles en esta fase de un programa de mejoramiento genético forestal. Según opinión de los autores, el énfasis excesivo que han puesto algunas organizaciones en los ensayos de procedencias y especies, se ha constituido en un obstáculo importante para el progreso de dichas organizaciones en la actividad global del mejoramiento genético forestal.

Los cinco puntos anteriores esbozan esencialmente lo que se necesita para desarrollar cualquier programa de mejoramiento genético forestal y, aun cuando es posible que aclaren el panorama de las actividades, no indican el tiempo y esfuerzo necesarios para desarrollar adecuadamente cada uno de ellos. El esquema puede parecer simple, pero llevarlo a cabo no es fácil y requiere un gran cúmulo de experiencias, sentido común, tiempo y dinero. Por ejemplo: en el caso de los pinos del sur (donde el primer punto sobre la determinación de las especies no fue una actividad importante), el autor principal de este libro ha intentado durante más de 30 años de esfuerzo intenso satisfacer los pasos 2 al 5.

[La naturaleza ha creado la variación necesaria para utilizarla en los programas de mejoramiento genético forestal (figura 1.4). La tarea principal del mejorador forestal es ser capaz de reconocer la variabilidad, aislarla, reunirla en un árbol deseado y multiplicarla. Conforme se obtengan resultados y se desarrollen generaciones avanzadas de árboles mejorados, será necesario un método más elaborado y con mayores bases científicas, que el que se utilizó inicialmente, para mantener y aumentar la variabilidad y aprovechar en su totalidad la variación natural encontrada en los árboles en crecimiento y los bosques no mejorados.]

En los programas de mejoramiento genético forestal en los que se utiliza la hibridación y/o la propagación vegetativa, los principios enumerados anteriormente todavía son válidos, aunque el orden de importancia puede variar. En realidad, todos los métodos de mejoramiento genético forestal requieren que se sigan los cinco puntos citados. La ventaja especial de un programa de propagación vegetativa es que una vez que se ha localizado un "paquete" apropiado o se ha desarrollado por selección y cruzamiento, éste se reproduce rápidamente muchas veces, por lo que los propágulos obtenidos son esencialmente iguales desde el punto de vista genético al árbol progenitor deseado (figura 1.5). La propagación vegetativa permite obtener ganancias grandes y rápidas debido a que aprovecha todos los tipos de variación genética. (Esto se estudiará



Figura 1.4 Los rodales naturales de árboles forestales muestran una gran variabilidad, como lo indican las diferencias en la forma de las ramas de *Pinus strobus*. El genetista forestal debe reconocer primero (y luego utilizar) la variabilidad relacionada con la constitución genética del árbol.



Figura 1.5 Rodal de *Pinus radiata* reproducido vegetativamente en Australia. Nótese la gran similitud existente entre los árboles, cada uno de los cuales se originó del mismo árbol "donador". Existe una fuerte tendencia hacia el mayor uso de la propagación vegetativa en las actividades dasonómicas, lo cual produce grandes ganancias y una buena uniformidad.

en capítulos posteriores). Cuando se utiliza la reproducción por semilla, sólo una parte de la variación genética de los árboles utilizados como progenitores es transmitida a la progenie. La hibridación tiene una ventaja, ya que permite obtener algo completamente distinto al recombinar la variabilidad producida en la naturaleza en un nuevo "paquete", el árbol híbrido. Así, es posible obtener por hibridación una planta con características para soportar ambientes adversos, resistencia a las plagas u obtener productos especialmente deseados.

Un aspecto de los programas de mejoramiento genético forestal que es de gran importancia, pero que no se menciona con frecuencia en un libro de texto, es un término vago llamado *intuición* o *sensación*. Muchas de las primeras fases de un programa fueron con bastante frecuencia intuitivas. El investigador no siempre puede explicar con exactitud por qué se hicieron ciertas cosas o por qué funcionaron. Dicho aspecto intuitivo no puede enseñarse, pero comienza con el conocimiento básico de la especie que va a mejorarse. Muchos de los científicos más jóvenes y con mayor entrenamiento técnico se burlan de la importancia del enfoque intuitivo, pero éste es valioso y muy útil. Cualquier programa práctico realmente nuevo y a gran escala, debe confiar en sus inicios en este enfoque como parte de los métodos para alcanzar rápidamente sus objetivos; esto es válido, ya que en general se cuenta sólo con una cantidad limitada de datos fundamentales. Algunos de los mejoradores forestales más prestigiados señalan que: "piensan o sienten igual que un árbol", por lo que las actividades intuitivas resultantes, con frecuencia apoyadas por la experiencia, han demostrado ser las correctas.

▷ ¿DÓNDE Y CUÁNDO DEBE UTILIZARSE EL MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL?

Las contribuciones que el mejoramiento genético forestal haga al crecimiento, calidad, resistencia a las plagas y adaptabilidad de los rodales forestales, son mayores bajo algunas condiciones que en otras. Sin duda, los programas emprendedores de siembra a gran escala son los más apropiados para la aplicación del mejoramiento genético. El mejoramiento genético forestal es más difícil de justificar económicamente cuando los bosques se regeneran en forma natural. Sin embargo, permanece el hecho básico de que todas las actividades de manejo del bosque se benefician mediante el uso de los conceptos del mejoramiento genético forestal. Si esto no se hace, los silvicultores sólo pueden lograr parcialmente sus objetivos. Los árboles forestales son plantas con respuestas controladas por el ambiente y la genética, al igual que todos los demás organismos. El resultado obtenido en cualquier operación de manejo del bosque será determinado tanto por la constitución genética del árbol como por la interacción con el ambiente en el cual crece. El mejoramiento genético forestal debe formar parte del manejo del bosque, ya que en todo momento la producción de grandes volúmenes de madera de buena calidad es el objetivo principal de dicho manejo. Los mayores esfuerzos en el mejoramiento genético forestal se harán donde los rodales sean regenerados artificialmente, por lo menos una vez en unas cuantas rotaciones. Es en estos casos que pueden obtenerse las mayores ganancias a partir del mejoramiento genético forestal.

¿Dónde y cuándo debe utilizarse el mejoramiento genético forestal?

El objetivo de la *plantación intensiva de árboles* se define simplemente como: *la producción de madera de la calidad deseada en grandes cantidades en el período más corto y a un costo razonable*. Por supuesto que este objetivo es más fácil de expresar que de alcanzar, pero en las tres últimas décadas el mejoramiento genético forestal ha desempeñado una función cada vez más importante en ayudar a lograrlo aumentando la productividad del bosque y reduciendo el tiempo necesario para la cosecha de la madera. El mejoramiento genético forestal se utiliza para alcanzar muchos objetivos de manejo del bosque y así superar problemas, pero esto se logra junto con algunas reacciones adversas. Por ejemplo: la edad de cosecha de los árboles se reduce por selección genética para la tasa de crecimiento, pero es posible que dicha reducción produzca cambios importantes en la calidad de la madera, los costos de cosecha y los costos de regeneración. Una de las tareas principales del mejorador forestal es ayudar también a solucionar los problemas que surgen debido al manejo intensivo del bosque. Existen esencialmente tres líneas de ataque que el mejorador forestal utiliza para aumentar la producción de madera: (1) mediante cruza genéticas para obtener mejores rendimientos y calidad en las áreas forestales más productivas; (2) desarrollo de árboles que crezcan satisfactoriamente en terrenos considerados por lo general como marginales y antieconómicos para la producción de madera, y (3) desarrollo de líneas de árboles forestales que sean más apropiadas para productos o usos especializados. El primer método se ha utilizado ampliamente en el caso de varias especies de árboles y se han obtenido resultados sobresalientes. Muchas personas asocian el mejoramiento genético forestal y la aplicación de la genética sólo con el mejoramiento del rendimiento y la calidad.

El desarrollo de árboles especialmente apropiados para sitios marginales requiere mucho tiempo, pero permite obtener beneficios importantes a medida que se intensifican las presiones de uso de las tierras forestales. La competencia por el suelo es cada vez mayor, lo cual está llevando a las operaciones forestales de los lugares más productivos a áreas que anteriormente habían sido consideradas como marginales o inútiles para la producción de madera. Como resultado, se necesitan lo más rápido posible grandes cantidades de semillas genéticamente mejoradas que se hayan desarrollado específicamente para sembrarlas en las vastas áreas forestales, que por lo general son marginales o submarginales para la producción económica forestal y agrícola. El actual énfasis que se pone en el mejoramiento genético forestal está dirigido hacia el mejoramiento genético para obtener adaptabilidad a los sitios marginales, además de mejorar los árboles para obtener mejores productos o un mejor crecimiento en sitios forestales que sean apropiados para la producción forestal. Las ganancias potenciales obtenibles mediante el mejoramiento genético para lograr adaptabilidad a los sitios marginales son grandes y existen vastas áreas de dichas tierras para uso forestal. Sin embargo, los silvicultores y mejoradores forestales constantemente deben estar al tanto de las restricciones biológicas básicas del potencial productivo de una determinada área de tierra. No se obtendrá una alta producción en suelos deficientes, no importa qué tan genéticamente buenos sean los árboles.

Uno de los errores más graves que cometen algunos genetistas forestales es producir ganancias siempre mayores mediante la aplicación de la genética sin considerar de manera

adecuada lo fundamental de las mejores prácticas del manejo forestal. Al igual que todos los organismos, los árboles responden a la "ley de los factores limitantes". Hoy en día, el factor limitante más importante de los mayores rendimientos forestales suele ser el potencial genético de las plantas utilizadas. Sin embargo, a medida que se cuente con líneas genéticamente mejoradas, otros factores necesarios para el crecimiento adecuado del árbol, como la poca humedad, el exceso de humedad o una cantidad limitada de nutrientes, reducirán el crecimiento del árbol, no importa qué tan excelente sea el potencial genético de los árboles en cuestión. No es posible obtener continuamente grandes ganancias con el uso de la genética, sin antes corregir cualquier factor o factores del ambiente que sean limitantes o que puedan llegar a serlo. Así, las predicciones de grandes ganancias a través de la aplicación de la genética son erróneas si no se emprende de manera conjunta el mejoramiento proporcionado de la metodología del manejo de bosques. Es completamente irreal la idea que tienen algunas personas de que los árboles mejorados pueden plantarse en pastizales, matorrales o bejuqueras con pocos cuidados y aún así crecer bastante bien.

El mejoramiento genético forestal que carece de las actividades silvícolas proporcionadas es por lo general de valor marginal, por lo que debe existir un nexo entre ambos para que puedan obtenerse las máximas ganancias de cada uno de ellos. Se ha demostrado muchas veces que esta combinación de genética y cultivo es esencial para la agricultura. Por ejemplo, las viejas líneas de polinización abierta del maíz no aprovecharon de manera total la fertilización y el cultivo intensivos. A la inversa, las variedades de maíz altamente mejoradas no darán su máximo rendimiento si no se utiliza el manejo intensivo. Los árboles reaccionan en la misma forma: el potencial genético total sólo puede explotarse si los árboles se siembran en los mejores ambientes.

Existen esencialmente dos formas de mejorar las condiciones que limitan la productividad forestal. Primera, el forestal puede ayudar a reducir los factores limitantes del ambiente mediante el uso de mejores técnicas de manejo forestal y de silvicultura. Éste ha sido, y por mucho tiempo continuará siendo, el método más fácil y más común utilizado para aumentar la productividad de los bosques. Sin embargo, a medida que las operaciones forestales sean excluidas de las mejores tierras necesarias para la agricultura; la segunda opción, que consiste en desarrollar líneas de árboles para superar los factores ambientales seriamente limitantes, será cada vez más importante. Este tipo de mejoramiento genético ya ha hecho redituables algunas operaciones forestales en suelos que anteriormente habían sido considerados como marginales o submarginales para la producción forestal económica.

Con frecuencia, es posible superar un factor mediante mejoramiento genético. Por ejemplo, desarrollando líneas tolerantes a la sequía (Brix, 1959; Bey, 1974), al exceso de agua (Zobel, 1957; Hosner y Boyce, 1962; Heth y Kramer, 1975), o al frío (Dietrichson, 1961; Schönbach, 1961; Parker, 1963; Sakai y Okada, 1971; y muchos otros) para superar la desproporción de humedad o el exceso de frío. Es factible mejorar árboles que toleren bajos niveles de nutrientes, superando parcialmente la limitación impuesta por la deficiencia de estos elementos (Lacaze, 1963; Goddard y colaboradores, 1976; Roberds y colaboradores, 1976; McCormick y Steiner, 1978). En los bosques de coníferas del Norte, donde la deficiencia de nitrógeno es importante, el



Figura 1.6 Individuo de *Pinus radiata* creciendo en un sitio deficiente en boro, en el sur de la región central de Chile. Nótese el vigor del árbol comparado con los verdaderos arbustos en torno a él y que resultan de una deficiencia de boro. En ocasiones es posible utilizar dichos árboles para obtener una nueva línea que sea más tolerante a una determinada deficiencia del ambiente.

mejoramiento del crecimiento por fertilización se acepta en general como una mejor opción que el mejoramiento genético de árboles capaces de crecer con un menor suministro de nutrientes. Gran parte de la decisión que permita escoger entre mejorar los árboles tolerantes o adoptar acciones correctivas mediante el suministro de nutrientes, depende de los costos y disponibilidad de los fertilizantes. Ocasionalmente, algunos árboles crecen bien en suelos deficientes en micronutrientes como el boro (figura 1.6). Se han encontrado individuos de *Pinus radiata* aparentemente tolerantes a la deficiencia de este micronutriente, lo cual indica la posibilidad de desarrollar una línea especial capaz de crecer en suelos deficientes en nutrientes. El éxito que se logre dependerá del grado y tipo de variación genética en la tolerancia al boro, así como también de las ganancias relativas y costos de fertilización contra el desarrollo de una línea de árboles tolerantes a la deficiencia de nutrientes. Se ha demostrado que es factible el mejoramiento genético

para obtener adaptabilidad y resistencia a las plagas, por lo que en poco tiempo millones de hectáreas de tierras que anteriormente habían sido consideradas como improductivas serán convertidas en bosques productivos (Batzer, 1961; Goddard y colaboradores, 1975; Zobel y Zoerb, 1977; y muchos otros).

Por lo tanto, es fundamental recordar que cuando la producción no es obstaculizada por los factores limitantes del ambiente, se obtiene un mayor rendimiento de productos de mejor calidad a través del mejoramiento genético forestal. En el caso de muchas situaciones donde el ambiente impone limitaciones, como la sequía o el frío, el procedimiento más adecuado cuando no es posible superar económicamente las deficiencias a través de las actividades de manejo del bosque, consiste en desarrollar árboles que tengan una mayor tolerancia a los factores limitantes.

FUNDAMENTOS DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

Existen dos aspectos a considerar en cualquier programa exitoso de mejoramiento genético forestal. El primero se relaciona con la obtención de un incremento inmediato de los productos deseados tan rápida y eficientemente como sea posible. Esto se logra aplicando intensivamente los principios genéticos a los programas forestales operativos para obtener cosechas maderables de mejor calidad, mejor adaptadas y de mayor rendimiento. Las ganancias máximas se logran utilizando unos cuantos de los mejores progenitores desde el punto de vista genético con miras a obtener material de siembra mejorado para programas operativos. Uno de los beneficios de los programas de mejoramiento genético forestal que suele no ser reconocido, es la producción de grandes cantidades de semilla a tiempos regulares propias para las operaciones forestales. La falta de semilla adecuada es una de las principales limitantes de la dasonomía.

El segundo aspecto de un programa de mejoramiento genético forestal está relacionado con la necesidad, a largo plazo, de obtener una amplia base genética esencial para continuar el progreso del programa al cabo de muchas generaciones. Aunque no destaca su importancia en algunos programas en curso, el aspecto a largo plazo del mejoramiento genético forestal es de gran importancia.

(Todos los programas de mejoramiento genético forestal deben tener una fase operativa (de producción) y una de desarrollo (de investigación). Ambas fases están estrechamente relacionadas, aun cuando requieren diferentes procedimientos y filosofías. Las dos están esbozadas esquemáticamente en la figura 1.7; los recuadros indican actividades operativas para programas de plantación a gran escala. Las fases de desarrollo, o de investigación, son necesarias para el éxito de un programa a gran escala. A medida que los programas van desarrollándose, las actividades operativas dependen cada vez más de los constantes logros de la fase de desarrollo: Por consiguiente, para que tenga éxito, un programa de mejoramiento genético forestal debe iniciar los aspectos de desarrollo en una etapa temprana del mismo; junto con las actividades operativas. Con demasiada frecuencia, las actividades de desarrollo no se comienzan sino años después debido a la presión de trabajo de las operaciones y, como resultado, aparece una laguna

Fundamentos de un programa de mejoramiento genético forestal

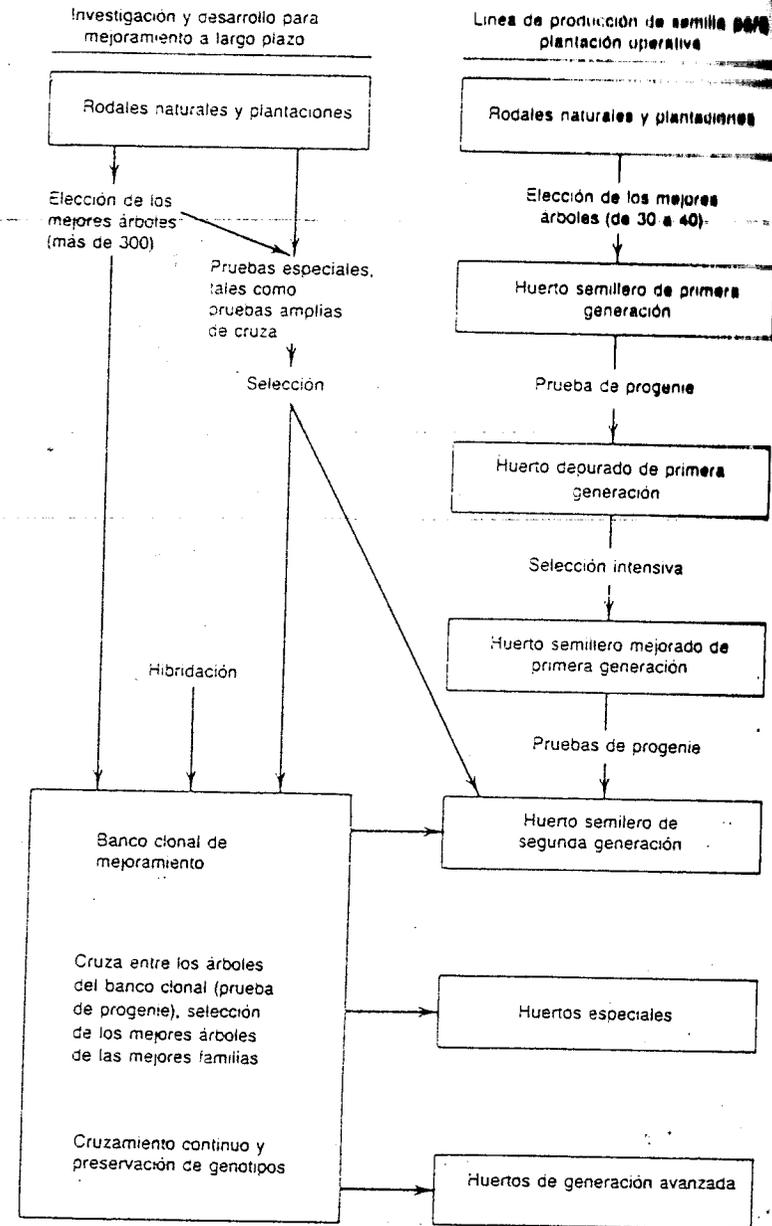


Figura 1.7 Los programas de mejoramiento genético forestal constan, como se indica en el esquema, de dos líneas principales de esfuerzo, la fase operativa y la fase de desarrollo. La calidad del banco clonal para mejoramiento genético determina el éxito a largo plazo; las ganancias obtenidas de los huertos semilleros para producción determinan el éxito inmediato.