

de métodos vegetativos. En vez de cientos o miles de hectáreas de árboles, pueden establecerse, mantenerse y cruzarse cuando y como se desee, unos cuantos propágulos vegetativos de los árboles deseados. Aunque el objetivo es la conservación génica para usos especiales, los huertos semilleros mantienen y aumentan eficazmente la frecuencia de las características genéticas deseadas (Zobel, 1971).

A medida que se desarrollen programas de mejoramiento genético, será posible incorporar muchas cualidades genéticas en unos cuantos individuos a través de polinizaciones controladas. La conservación de la base génica puede lograrse así, a través de selección y cruzamiento de un número limitado de individuos, y pueden obtenerse nuevas combinaciones mediante cruce entre ellos. Este método de empaquetamiento, conservación mediante propagación, y cruce de genes y complejos génicos, es en realidad lo que se logra a través de los bancos clonales en los programas de mejoramiento genético forestal aplicado. A medida que aumenten las presiones de uso de las tierras forestales y la contaminación de los rodales naturales, el método de empaquetamiento será sin duda el más importante como método de conservación génica.

Existen muchos otros métodos de conservación *ex situ*. Por ejemplo, los métodos de almacenamiento de semilla son muy buenos en el caso de algunas especies, por lo que la preservación de genotipos, genes y complejos génicos puede hacerse de esta forma. Finalmente, la semilla pierde viabilidad, por lo que tiene que substituirse. La semilla de algunas especies puede mantenerse durante muchos años bajo condiciones adecuadas de almacenamiento pero, en el caso de otras especies que muestran una viabilidad transitoria, la conservación genética por medio de semilla no es útil. Un riesgo que entraña el almacenamiento de semilla es que pueden ocurrir mutaciones en la semilla almacenada, de modo que los árboles obtenidos de éste tendrán un componente genético que diferirá un poco del de la población original. Asimismo, el polen puede almacenarse durante mucho tiempo. Sin embargo, el polen sólo representa la mitad del material deseado, por lo que es necesario obtener individuos femeninos deseables en los cuales pueda utilizarse el polen de los genes conservados.

Algunas de las metodologías más recientes, como el cultivo de tejidos, tiene un gran potencial para la conservación génica *ex situ*. A medida que este método sea más operativo, podrá "almacenarse" el potencial genético de un gran número de genotipos en un área muy pequeña. Esta es una posibilidad en el futuro.

Debido a las dificultades y costos que entraña la conservación de genes *in situ*, es probable que los métodos *ex situ*, particularmente los relacionados con el empaquetamiento de los genes deseados, la preservación mediante propagación vegetativa, o el almacenamiento del polen y la semilla, seguido de propagación por cruzamiento, sean en el futuro los métodos de conservación de genes que más se utilicen en árboles forestales.

## CONSERVACIÓN DE PROCEDENCIAS DENTRO DE UNA ESPECIE

Con bastante frecuencia, las discusiones en torno a la conservación génica dejan la impresión de que lo único que se necesita es conservar los genes dentro de un solo

acervo génico. Sin embargo, las especies de árboles forestales más importantes tienen de una a varias razas geográficas o procedencias que poseen características genéticas muy grandes e importantes que son únicas para cada una. Por lo tanto, la primera tarea importante que tiene el genetista forestal para conservar los complejos génicos es proteger las características únicas de las razas geográficas (Zobel y colaboradores, 1976). Las diferencias que existen entre las procedencias se deben principalmente a unos cuantos complejos génicos diferentes e importantes que le dan a la fuente una ventaja única de crecimiento y supervivencia en un ambiente especial. Otros complejos génicos pueden ser comunes a la mayoría o a todas las razas dentro de la especie.

En el caso de especies con una amplia distribución se afronta una decisión importante respecto a la conservación de genes: ¿deben conservarse las características de las procedencias alejadas, cada una de las cuales ha sufrido selección natural en ambientes extremos y distintos, o bien se deben concentrar sobre las poblaciones en el centro del área de distribución de la especie? Este último caso abarca un amplio grupo de complejos génicos que pueden utilizarse ampliamente a lo largo de la mayor parte del área de distribución de la especie, pero que no están especialmente adaptados a las áreas del margen con ambientes extremos. En general, se observa cierta adaptabilidad a dichas áreas en los individuos del centro del área de distribución de la especie, pero tales árboles ocurren a menudo en bajas frecuencias. Sería ideal conservar los complejos clave de todas las procedencias, incluyendo las de los márgenes, pero esto no es factible en el caso de especies que muestran una amplia distribución geográfica y muchas fuentes geográficas, a menos que exista una cooperación sobresaliente y bien coordinada entre varias instituciones.

Aunque las diferencias geográficas se han estudiado ampliamente en algunas especies, suele existir una considerable falta de conocimientos acerca de las diferencias que existen entre los complejos génicos de las procedencias dentro de una especie. Es importante reconocer que las mejores fuentes de material genético para un programa de mejoramiento genético, que destaca las características relacionadas con la adaptabilidad, provienen de complejos génicos existentes que son relativamente comunes a poblaciones o procedencias enteras, más que de individuos ocasionales dentro de una población que pueden tener una estructura genética adecuada. Conservar los complejos génicos para adaptabilidad mediante la protección de las poblaciones, requiere de un procedimiento distinto al utilizado para conservar las características que son exclusivas de los individuos de una población.

La decisión de conservar los complejos génicos de diferentes procedencias plantea algunas preguntas interesantes. ¿Deben obtenerse al azar los árboles dentro de la procedencia que se desean conservar o deben seleccionarse para conservar sólo los fenotipos que poseen la forma y crecimiento más convenientes para un programa de mejoramiento genético? El hecho es que existe poca indicación o razón para pensar que los árboles con mejor forma dentro de una procedencia carecerán de la misma adaptabilidad que muestran otros que tipifican a la procedencia. Esto es cierto, debido a que la falta de correlación genética entre las características morfológicas y de adaptabilidad parece ser la regla, más que la excepción. Un concepto erróneo bastante común es que si un árbol presenta una mala conformación, lleva mágicamente los alelos de resistencia a las plagas

u otros tipos de adaptabilidades que no poseen los árboles con una mejor conformación y de crecimiento más rápido. Los estudios detallados han mostrado pocas relaciones genéticas entre la adaptabilidad y la forma del árbol en especies forestales. Por supuesto, existen notables excepciones a esta afirmación, como la forma postrada del árbol en áreas donde soplan vientos continuos o bien características del follaje que permiten que el árbol pueda resistir mejor los trastornos fisiológicos impuestos por la sequía.

Existe un debate acerca del número de árboles requeridos para reducir al mínimo las pérdidas de alelos, y se ha desarrollado una metodología para evitar esto. Aunque los cálculos matemáticos involucrados están más allá del alcance de este libro, se han desarrollado en el artículo publicado por Namkoong y colaboradores (1980). Estos investigadores proponen que una muestra de 50 individuos impedirá las pérdidas genéticas y preservaría las varianzas genéticas. Señalan también que las pérdidas y posibilidades del mejoramiento genético futuro disminuirán bastante en poblaciones en las que se utilicen 20 o menos individuos.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético forestal, es evidente que si los fondos y los recursos de tierra son limitantes (como suele ocurrir), sólo deben utilizarse los árboles que posean los fenotipos más convenientes como fuentes de semilla para conservar los complejos génicos de las razas geográficas. De ser posible, deben utilizarse varios centenares de árboles (de 200 a 400) como el número básico para la colecta, y los individuos que se deseen conservar deben provenir de preferencia de áreas separadas para evitar que estén emparentados. Si existen tantas razas que 200 a 400 árboles no pueden representar a cada una, entonces debe conservarse un número menor de individuos de las razas que tengan un menor valor o importancia. Este método preserva los complejos génicos más sobresalientes que hacen que diferentes procedencias tengan un valor especial.

La reacción inicial a la conservación de las características adaptativas de diferentes razas geográficas es que es una tarea imposible. Sin embargo, las recompensas son altas, y es grande la necesidad de conservar y utilizar el material en los programas de mejoramiento genético. Es difícil establecer un límite superior sobre el número de razas geográficas y árboles dentro de las razas que debe conservarse, ya que el mejoramiento genético forestal actúa siempre en el límite inferior de lo ideal.

### CONSERVACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ÁRBOLES INDIVIDUALES

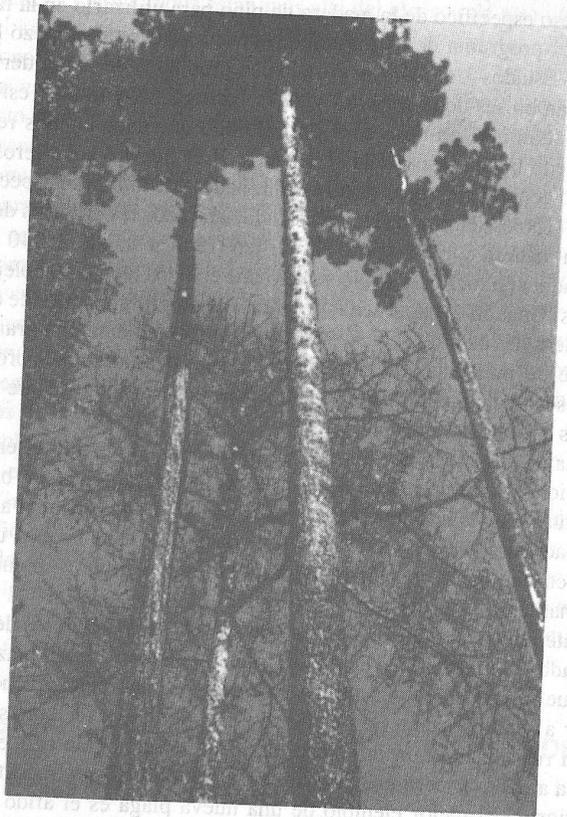
Para muchas personas, la conservación génica abarca la preservación del mayor número posible de genotipos individuales. Una pregunta que suele plantearse es si deben conservarse los árboles que muestren características económicas comúnmente indeseables, como fustes torcidos, infección por plagas, crecimiento lento o madera inconveniente. Parecería lógico suponer que los árboles que poseen características actualmente indeseables carecen de algún potencial para combatir plagas futuras u otros problemas de adaptabilidad que podrían surgir, como aquel que muestran los árboles que poseen una forma y un crecimiento adecuados.

Sin embargo, puede ser riesgoso rechazar todos los árboles que posean características inferiores. La definición de lo que constituye una característica conveniente o inconveniente está determinada por la utilización actual de ésta y por estándares económicos. Los requerimientos del mercado cambian y lo que *se desprecia* hoy en día mañana puede *necesitarse*. Un buen ejemplo de esto fue la aceptación de madera nudosa de pino. Por muchos años, las tablas que tenían nudos múltiples eran poco valiosas, pero después cambiaron los requerimientos del mercado, y surgió una considerable demanda de pino nudoso como acabado especial en los hogares. Otro ejemplo real de esta situación ocurrió en el caso del peso específico de la madera de pino para utilizarlo en la fabricación de papel. Cuando el programa de mejoramiento genético forestal empezó hace 30 años en el sur de los Estados Unidos, los principales productos de papel derivados de los pinos del sur eran bolsas de papel kraft y cajas corrugadas, y todo el esfuerzo se centraba en árboles con madera de peso específico alto que daba buenos rendimientos y producía papel con buena resistencia al desgarre. Los huertos semilleros establecidos contenían por lo general sólo progenitores con madera de alto peso específico. Afortunadamente, los árboles seleccionados que satisfacían todos los criterios de clasificación pero que tenían madera con bajo peso específico (representando del 40 al 60% de los árboles clasificados) no fueron destruidos, sino preservados (como complejos génicos) en bancos clonales. Cuando el papel seda, de prensa y para impresiones de calidad provenientes de madera de los pinos del sur adquirieron súbitamente una gran importancia, pudo obtenerse de inmediato un suministro de semillas utilizando progenitores que producirían descendencia con madera de bajo peso específico bastante adecuada para fabricar dichos productos terminales.

Es importante ver hacia el futuro en la medida de lo posible y tener cuidado de no hacer un juicio acerca de lo que debe preservarse únicamente con base en el valor económico actual, por lo común alto. Incluso, podría ser justificable argumentar que las presiones actualmente crecientes hacia el desarrollo de bosques urbanos y para recreación, dictarían conservar los fenotipos deformes y de crecimiento lento debido a su valor ornamental o protector.

Es evidente, en consecuencia, que uno de los aspectos de interés de todo fitogenetista involucrado en un programa de mejoramiento genético a largo plazo, es el destino de los genes que actualmente son neutrales o carecen de importancia económica, pero que pueden llegar a ser importantes en el futuro. Un ejemplo excelente serían los genes que confieren resistencia a un insecto o patógeno desconocido o que al presente no constituye una amenaza, pero que podría llegar a ser una plaga importante en generaciones posteriores. El mejor ejemplo de una nueva plaga es el áfido algodonoso del pino (*Pineus pini*), que fue introducido en Rodesia (Zimbabwe) en 1962 y se propagó rápidamente, atacando a casi todos los pinos resistentes. Barnes y colaboradores (1976) encontraron una gran variación en la resistencia a esta plaga en árboles individuales. Los árboles cuyo equilibrio fisiológico se hallaba trastornado fueron los más susceptibles. Los autores señalaron que: "estos ensayos de procedencia ilustran el principio de adaptación a la plantación y a las condiciones climáticas locales como una manera de asegurarse en contra de una posible catástrofe cuando se introduce un nuevo organismo dañino".

Dichos genes "neutrales" por lo general no se seleccionan en contra de los esfuerzos del mejoramiento genético, pero pueden perderse en la población mejorada debido a la ocasional ocurrencia de la deriva genética que resulta del tamaño pequeño de la población. Evidentemente, el mantenimiento de una gran población para mejoramiento genético aumenta la posibilidad de que los llamados genes neutrales aparezcan cuando sea necesario. Una estrategia alternativa, en la que se utiliza la deriva genética



**Figura 15.4** Cuando sea posible, deben conservarse los árboles que posean las mejores características para un programa de mejoramiento genético, como este espléndido *Pinus tecunumanii* Eguiluz y Perry de Guatemala. Esta especie se encuentra bajo una intensa explotación y está desapareciendo rápidamente. Conservar esta especie es uno de los principales objetivos de la Cooperativa CAMCORE. (Fotografía cortesía de W. Mittak, Alemania.)

para *aumentar* la frecuencia de dichos genes, es el concepto de la pequeña población múltiple de van Buijtenen y Lowe (1979), Burley y Namkoong (1980) y otros investigadores. Cuando una gran población para mejoramiento genético constituida por varios centenares de genotipos se divide en numerosos grupos pequeños, quizá de 20 genotipos o menos, los efectos de la deriva genética son distintos para cada grupo. En algunos grupos, los alelos neutrales se pierden por completo al azar debido al tamaño pequeño de la población. Sin embargo, en otros grupos la deriva puede aumentar la frecuencia del alelo neutral, de modo que si éste adquiere importancia económica, puede obtenerse inmediatamente material vegetal que contenga ese alelo en altas frecuencias.

En un programa de mejoramiento genético forestal, *tiene que tomarse una decisión* acerca de cuál es, o cuál puede ser, el genotipo más importante por conservar. No todos los genotipos pueden conservarse. Los árboles seleccionados deben ser aquellos que tengan características conocidas o previstas, a fin de que sean de gran importancia en un programa de mejoramiento genético (figura 15.4). Cada grupo de árboles conservado representa una pequeña muestra de la población que contiene los complejos génicos adecuados o potencialmente convenientes que, al combinarse con otros grupos, asegurará la conservación de la mayor parte de los complejos génicos esenciales para un programa de mejoramiento genético forestal en curso.

## LA SITUACIÓN ESPECIAL DE LAS REGIONES TROPICALES

Aunque la conservación de genes es fundamental para todos los programas de mejoramiento genético forestal, es especialmente crítica cuando se practica la dasonomía de especies exóticas (Brazier y colaboradores, 1976; Brune y Melchior, 1976; Kemp y colaboradores, 1976). En este caso están involucradas tanto la variación entre las procedencias como la conservación de la variabilidad genética dentro de las mismas; todo esto debe combinarse con el concepto de la raza local introducida (Brune y Zobel, 1981). Ha tomado mucho tiempo reconocer la importancia de mantener una base genética adecuada y preservar la mejor para un determinado ambiente en plantaciones exóticas aunque recientemente ha aumentado el interés por este aspecto, especialmente en el caso de especies tropicales. Roche (1979) señala que los problemas de conservación más apremiantes están en los trópicos húmedos. Sugiere ampliar los esfuerzos de conservación también a aquellas especies que son de gran utilidad, además de los productos forestales comunes como fibras o tablas. Por ejemplo, el libro de Burley y Styles (1976) está dedicado a varios aspectos de la conservación de genes y del mejoramiento genético de árboles forestales tropicales.

En algunos aspectos, la necesidad más urgente en los trópicos es la conservación de genes en los bosques nativos (Myers, 1976; Roche, 1979). Esto fue subrayado por King (1979), quien afirmó que el 65% de la tierra en las áreas tropicales del mundo soporta ecosistemas frágiles; las personas que viven en esas regiones suman un total de 630 millones, o el 35% de la población total de los países en desarrollo. La necesidad de alimento y combustible ha conducido a prácticas de utilización de la tierra, que a

su vez causan degradación de los ecosistemas frágiles, agotando finalmente los acervos génicos. La situación empeora debido a que muchas de las especies de los bosques tropicales son muy sensibles a los cambios ecológicos. Además, sólo se han realizado unos cuantos estudios de algunas especies; se conoce muy poco su biología, reproducción y manejo silvícola. Añádase a esto el gran número de especies por hectárea en el caso de algunos bosques de latifoliadas tropicales, y se verá que el trabajo de la conservación de genes es una actividad formidable. Varios autores, como Wood (1976), piensan que una de las mejores formas de preservar los bosques tropicales es eliminar las presiones para su uso cultivando árboles forestales exóticos (en general) mucho más productivos y uniformes en áreas convenientes y dejando el resto de las tierras forestales tropicales sin presiones intensas. Wood llamó a dichas plantaciones de especies exóticas *plantaciones compensatorias*.

Así, las áreas tropicales necesitan de sólidas medidas de conservación para asegurar que las especies utilizadas como exóticas no sean agotadas (Davidson, 1977) o que las especies nativas no se pierdan o disminuyan seriamente, desde el punto de vista genético, al cambiar los patrones de uso de la tierra. Los problemas son imponentes, pero deben ser atacados, y pronto, si se desea preservar las estructuras biológicas de las especies forestales tropicales y mantener productiva la dasonomía en los trópicos.

## POLÍTICA DE CONSERVACIÓN

El interés por la conservación de genes es evidente en el caso de especies que crecen en regiones tanto tropicales como templadas. Las publicaciones que tratan el tema de la conservación de genes datan de hace muchos años, como la de Kanehira (1918), quien señaló la necesidad de conservar los bosques en Taiwan. El Comité sobre Explotación, Utilización y Conservación de los Recursos Genéticos de las Plantas, de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ha estado activo por muchos años. La FAO publica un boletín y un reporte anual intitulado *Plant Genetic Resources*, que contiene excelente información relacionada con la conservación de genes. De valor particular son los artículos ocasionales sobre dasonomía intitutados *Forest Genetic Resources*, que son publicados por la FAO y que contienen resúmenes excelentes sobre los avances logrados en la conservación del acervo génico forestal.

A medida que las presiones de la población crecen y aumenta el estándar de vida, la utilización del bosque es mayor y, con ello, surge la posibilidad de mayores pérdidas genéticas. La conservación de genes es uno de los aspectos más apremiantes de la dasonomía, y demanda una acción inmediata.

Debido a la naturaleza del problema, que con frecuencia trasciende las fronteras internacionales, la retribución a largo plazo y las implicaciones sociales evidentes, la conservación de genes necesariamente debe ser financiada y dirigida sólidamente por los gobiernos. Aunque la pérdida de genes puede tener una importancia específica para un área local, usualmente tiene amplias implicaciones. Con frecuencia, tiene un alcance internacional, lo cual dificulta la solución del problema. Para empeorar esta problemática, las áreas que más requieren actividades de conservación las más de las

veces están en los países en desarrollo que ni cuentan con los recursos ni poseen la dirección para emprender los esfuerzos de conservación. Con frecuencia, aunque las pérdidas ocurren en un país, el uso principal de las especies forestales se lleva a cabo en otros países; por ejemplo, los pinos de Centroamérica que se utilizan en muchos de los programas de plantación de Sudamérica. Como consecuencia, las organizaciones internacionales son los candidatos principales para emprender tal objetivo. Esto es lo que ahora se está haciendo; organizaciones como la FAO de las Naciones Unidas están desempeñando una función importante en los esfuerzos de conservación. Otras organizaciones, como el *Commonwealth Forestry Institute* de Oxford, Inglaterra<sup>2</sup>, y el *Queensland Forest Service* de Australia, son auspiciadas por una nación, pero trabajan sobre una base internacional; encabezan y organizan los esfuerzos de conservación. Estas organizaciones son muy dinámicas y han tenido mucho éxito, especialmente en relación a las especies exóticas cultivadas en las áreas tropicales. Sin embargo, es necesario un mayor esfuerzo, particularmente en el caso de las latifoliadas tropicales. Nadie sabe realmente qué tan severas son las pérdidas de genes en los bosques tropicales que con frecuencia poseen especies económicamente especializadas y relativamente desconocidas. Preocupa mucho que las pérdidas de genes puedan ser grandes, especialmente cuando se practica la corta selectiva de unas cuantas especies.

Todos los genetistas forestales deben situar la conservación de genes en un lugar preponderante de sus listas de necesidades y actividades. Deben participar más las empresas privadas. Un buen ejemplo es la cooperativa CAMCORE (Cooperativa de Recursos de Coníferas de México y Centroamérica), que combina gobiernos y empresas privadas de varias naciones en un esfuerzo conjunto de conservación (Gallegos y colaboradores, 1980; Dvorak, 1981). Si los genetistas forestales no hacen lo que les corresponde para conservar y ampliar la base génica de los árboles forestales, no será posible obtener ganancias continuas a largo plazo en el mejoramiento genético forestal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barnes, R. D., Jarvis, R. F., Schweggenhauser, M. A. y Mullin, L. J. 1976. Introduction, spread and control of the pine wooly aphid *Pineus pini* in Rhodesia, *S. Afr. For. Jour. No. 96:1-11*.
- Brazier, J. D., Hughes, J. F. y Tabb, C. B. 1976. Exploitation of natural tropical resources and the need for genetic and ecological conservation, *Tropical Trees*, No. 2:1-10.
- Brune, A. y Melchior, G. H. 1976. Ecological and genetical factors affecting exploitation and conservation of forests in Brazil and Venezuela, *Tropical Trees*, No. 2:203-215.

<sup>2</sup> El CFI es auspiciado por un consorcio de 20 compañías de la Comunidad Británica de Naciones, además de la FAO. Es una organización internacional y ha proporcionado material genético a más de 50 países de los trópicos.

- Brune, A. y Zobel, B. J. 1981. Genetic base populations, gene pools and breeding populations for *Eucalyptus* in Brazil. *Sil. Gen.* **30** (4-5):146-191.
- Burley, J. 1976. Genetic systems and genetic conservation of tropical pines. *Tropical Trees*, No. 2:85-100. Academic Press.
- Burley, J. y Styles, B. T. 1976. *Tropical Trees—Variation, Breeding and Conservation*. Academic Press, Londres.
- Burley, J. y Namkoong, G. 1980. "Conservation of Forest Genetic Resources," 11th Commonwealth For. Conf., Trinidad.
- Davison, J. 1977. "Exploration, Collection, Evaluation, Conservation and Utilization of the Gene Resources of Tropical *Eucalyptus deglupta*." 3rd World Consul. For. Tree Breed., Canberra, Australia, pp. 75-102.
- Dvorak, W. S. 1981. CAMCORE is the industry's answer to coniferous preservation in Central America and Mexico. *For. Prod. Jour.* **31**(11):10-11.
- Gallegos, C. M., Zobel, B. J. y Dvorak, W. S. 1980. "The Combined Industry-University-Government Efforts to Form the Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative." Symp. on Fast Growth Plantations, São Pedro, São Paulo, Brasil.
- Kanehira, R. 1918. The necessity of natural forest conservation. *Jour. Nat. Hist. Soc. Taiwan* **8**(36):56-66.
- Keiding, H. 1977. "Exploration, Collection and Investigation of Gene Resources: Tropical Pines and Teak," 3rd World Consul. For. Tree Breed., Canberra, Australia, pp. 13-31.
- Kemp, R. H., Roche, L. y Willan, R. L. 1976. Current activities and problems in the exploration and conservation of tropical forest gene resources. *Tropical Tree*, No. 2: 223-233.
- King, K. F. 1979. Agroforestry and utilization of fragile ecosystems. *For. Ecol. Mgt.* **2**(3): 161-168.
- Kleinschmitt, J. 1979. Limitations for restriction of genetic variation. *Sil. Gen* **28**(2-3):61-67.
- Longman, K. A. 1976. Conservation and multiplication of gene resources by vegetative multiplication of tropical trees. *Tropical Trees*, No. 2:19-24.
- Myers, N. 1976. An expanded approach to the problem of disappearing species. *Science* **193**:198-202.
- Namkoong, G., Barnes, R. D. y Burley, J. 1980. "A Philosophy of Breeding Strategy for Tropical Forest Trees," Tropical Forestry Papers No. 16, Commonwealth For. Inst., Oxford, Inglaterra.
- Popovich, L. 1980. Monoculture—A bugaboo revisited. *Jour. For.* **78**(8):487-489.
- Roche, L. 1979. Forestry and conservation of plants and animals in the tropics. *For. Ecol. Mgt.* **2**(2):103-122.
- Turnbull, J. W. 1977. "Exploration and Conservation of Eucalypt Gene Resources." 3rd World Cons. For. Tree Breed., Canberra, Australia, Vol. 1, pp 33-44.
- van Buijtenen, J. P. y Lowe, W. J. 1979. "The Use of Breeding Groups in Advanced-Generation Breeding." 15th South. For. Tree Impr. Conf., Starkville, Miss., pp. 59-66.
- Wood, P. J. 1976. The development of tropical plantations and the need for seed and genetic conservation. *Tropical Trees*, No. 2:11-18. Academic Press.
- Zobel, B. J. 1967. Mexican Pines. En *Genetic Resources in Plants—Their Exploration and Conservation* (O. H. Frankel y E. Bennett, directores de la edición, FAO Tech. Conference on Exploration, Utilization and Conservation of Plant Gene Resources, Section 6(IX), pp. 367-373, FAO, Roma.
- Zobel, B. J. 1971. "Gene Preservation by Means of a Tree Improvement Program." Proc. 13th Mgt. Comm. on For. Tree Breed. in Canadá, Prince George, British Columbia, pp. 13-17.
- Zobel, B. J. 1978. Gene conservation—As viewed by a forest tree breeder. *For Ecol. Mangt.* **1**:339-344.

- Zobel, B. J. y Davey, C. B. 1977. A conservation miracle. *Alabama For. Prod.* **20**(5):5-6.
- Zobel, D. B., McKee, A., Hoek, G. M. y Dyrness, C. T. 1976. Relationship of environment to composition, structure and diversity of forest communities of the central-western Cascades of Oregon. *Ecol. Mono.* **46**:135-156.

## mejoramiento genético forestal

INICIO DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO  
GENÉTICO FORESTAL  
MÉTODOS QUE DEBEN UTILIZARSE  
CONCEPTOS GENERALES  
IMPORTANTES  
EL ENFOQUE COOPERATIVO  
EL COMPROMISO  
BIBLIOGRAFÍA