

# Conservación y manejo de los recursos genéticos forestales:

## Visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos

1

Recursos genéticos forestales



# Conservación y manejo de los recursos genéticos forestales:

Visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos

1

## Recursos genéticos forestales



Este volumen pertenece a la serie de tres guías sobre la conservación y manejo de los recursos genéticos forestales, que incluyen:

Volumen 1. Conservación y manejo de los recursos genéticos forestales: visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos

Volumen 2. Conservación y ordenación de recursos genéticos forestales: en bosques naturales ordenados y áreas protegidas (*in situ*)

Volumen 3. Conservación y manejo de los recursos genéticos forestales: en plantaciones y bancos de germoplasma (*ex situ*)

Este documento ha sido elaborado como un esfuerzo conjunto entre la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Centro de Semillas Forestales de Danida (CSFD) y Bioversity International, y se basa en las contribuciones de un gran número de instituciones asociadas, nacionales, regionales e internacionales, de todo el mundo.

El 1 de enero de 2004, el Centro de Semillas Forestales de Danida (CSFD) pasó a formar parte del Centro Danés para el Bosque, Paisaje y Planificación, KVL. El nuevo centro, conocido como *Bosque y Paisaje de Dinamarca* (FLD) en la Universidad Real de Veterinaria y Agricultura (KVL), es un centro independiente para investigación, enseñanza, asesoramiento e información referentes al bosque, el paisaje y la planificación. El objetivo de desarrollo de las actividades internacionales del FLD es contribuir a mejorar el bienestar de las generaciones actuales y futuras, con especial hincapié en las poblaciones pobres mediante una mejor planificación, el manejo sostenible y el uso de árboles, bosques, paisajes y otros recursos naturales. Las actividades internacionales se financian en parte por la Asistencia Danesa para el Desarrollo Internacional. Contacto: Forest & Landscape, Hørsholm, Kongevej 11, DK-2970, Hørsholm, Dinamarca.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación es el organismo especializado de las NU en agricultura, silvicultura, pesca y desarrollo rural. La FAO proporciona información y apoyo técnico a los países miembros, incluyendo todos los aspectos de la conservación, uso sostenible y manejo de los recursos genéticos forestales. Contacto: FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

**Bioversity International** es un organismo internacional autónomo, de carácter científico, que busca contribuir al bienestar actual y futuro de la humanidad mejorando la conservación y el aprovechamiento de la agrobiodiversidad en fincas y bosques. Es uno de los 15 Centros auspiciados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAI), una asociación de miembros del sector público y privado, que apoyan la ciencia para reducir el hambre y la pobreza, mejorar la nutrición y la salud de la población, y proteger el ambiente. Bioversity tiene su sede principal en Maccaresse, cerca a Roma, Italia, y oficinas en más de 20 países. Bioversity opera mediante cuatro programas: Diversidad al Servicio de las Comunidades, Comprensión y Manejo de la Biodiversidad, Asociaciones Colaborativas de Carácter Mundial, y Cultivos de Subsistencia para una Vida Mejor.

Muchos miembros del personal directivo de la FAO, el FLD y Bioversity International han participado en la preparación de la versión en inglés de esta guía. Se debe especial agradecimiento al Dr. Alvin Yanchuk, del Servicio Forestal de la Columbia Británica (BCFS), Canadá, quien, con el apoyo de la FAO, emprendió la difícil tarea de revisar y armonizar las numerosas y diferentes contribuciones técnicas a esta publicación, y a su participación como coautor de algunos capítulos. Los autores desean agradecer a la Dra. Barbara Vinceti, de Bioversity International, su dedicación y esfuerzo cuidando al máximo los múltiples detalles que fueron necesarios para completar la publicación de este volumen. También hay que agradecer a Lesley McKnight, Ayudante de Investigación, BCFS, por su colaboración en la redacción del texto y las referencias. Se reconoce también con agradecimiento la orientación general, las contribuciones y el estímulo permanente del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales.

Aunque el personal de las tres principales instituciones asociadas ha participado en cada uno de los capítulos de los tres volúmenes, asumiendo la plena responsabilidad institucional por su contenido, en cada uno de los capítulos se indican los autores principales. Estos autores son responsables del contenido final, pudiendo acudir a ellos aquellos lectores que busquen información adicional o aclaración de los puntos analizados.

La versión en español de esta publicación fue posible gracias al apoyo financiero del Centro de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (CIFOR-INIA) de España y corresponde a la traducción de la versión original en inglés producida en el 2004. La traducción del texto estuvo a cargo de Fernando Barrientos y Alberto Barrientos y la revisión posterior del texto a cargo de Ricardo Alía, Margarita Baena, Jesús Salcedo, Xavier Scheldeman y Barbara Vinceti.

Cita

FAO, FLD, Bioversity International. 2007. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 1: visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

Foto de la cubierta: Rodal de *Pinus albicaulis*, en una estación de gran altitud bajo la amenaza de la roya del pino blanco exótico, Whistler, B.C. (Alvin Yanchuk, Servicio Forestal de la Columbia Británica)

ISBN 978-92-9043-717-8

ISBN 92-9043-717-0

© Bioversity International, 2007

# ÍNDICE

<b>Prólogo</b>	v
<b>Capítulo 1. CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS EN SU AMBIENTE NATURAL</b>	1
<i>por Weber Amaral, Lex Thomson y Alvin Yanchuk</i>	
1.1 Introducción	1
1.2 ¿Por qué interesan los recursos genéticos forestales?	2
<b>Capítulo 2. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES</b>	5
<i>por Erik Kjær, Weber Amaral, Alvin Yanchuk y Lars Graudal</i>	
2.1 Introducción	5
2.2 Identificación de problemas y búsqueda de posibles soluciones	6
2.2.1 Conversión de los bosques para otros usos del suelo	8
2.2.2 Utilización no sostenible	8
2.3 Objetivos, prioridades y métodos	8
2.3.1 Qué hay que conservar: ecosistemas, especies o genes?	8
2.3.2 Evaluación de prioridades de especies para la acción de conservación	9
2.3.3 Estrategias de conservación <i>in situ</i>	11
2.3.4 Conservación <i>ex situ</i>	11
2.4 Procesos genéticos: estrategias de conservación evolutiva frente a las de conservación estática	13
2.4.1 Conservación estática: archivos clonales, bancos de semillas y criopreservación	14
2.4.2 Conservación evolutiva en áreas de reserva protegidas y designadas	15
2.4.3 Conservación evolutiva con uso	19
2.5 Niveles de uso y sus efectos sobre los objetivos de conservación genética	20
2.6 Resumen	25
<b>Capítulo 3. PLANIFICACIÓN NACIONAL</b>	27
<i>por Lars Graudal, Alvin Yanchuk y Erik Kjær</i>	
3.1 Introducción	27
3.2 Identificación de modalidades apropiadas de ejecución a nivel nacional: consideraciones estratégicas	28
3.2.1 Objetivos y organización	28
3.2.2 Beneficiarios y tipos de interés	28
3.2.3 Identificación de modalidades apropiadas de ejecución a nivel nacional	29
3.3 Establecimiento de prioridades en general: selección de especies a conservar	30
3.4 Evaluación de la variación genética: determinación o deducción de la estructura genética de las especies	30
3.5 Evaluación del estado de conservación	33
3.6 Establecimiento de prioridades específicas: identificación de las poblaciones a conservar	33
3.7 Selección de estrategias de conservación: identificación de medidas apropiadas de conservación	35
3.8 Organización y planificación de actividades específicas de conservación	36
3.9 Elaboración de directrices de manejo para los fines de conservación	36
3.9.1 Rodales de conservación	36
3.9.2 Bancos de germoplasma	38
3.10 Resumen	38

<b>Capítulo 4. NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN</b>	39
<i>por Weber Amaral, Erik Kjær, Alvin Yanchuk y Lars Graudal</i>	
4.1 Introducción	39
4.2 Importancia de los estudios específicos para programas prácticos de conservación	39
4.3 ¿Dónde están las poblaciones remanentes y cuál es el estado de conservación de las especies elegidas?	40
4.4 Investigación para ayudar en las decisiones sobre conservación de poblaciones	41
4.5 ¿Qué dimensión deben tener las unidades de conservación?	45
4.6 Información e investigación que ayudan a la elaboración de directrices para el manejo y el uso de poblaciones de conservación	47
4.7 Conclusiones: ¿dónde aplicar los esfuerzos de investigación?	50
<b>Capítulo 5. PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN Y PAPEL DE LOS GOBIERNOS</b>	51
<i>por Lotte Isager, Ida Theilade y Lex Thomson</i>	
5.1 Introducción	51
5.2 ¿Qué significa la participación?	52
5.3 La participación como proceso social	56
5.4 El método participativo en la conservación de recursos genéticos forestales	57
5.4.1 Suposiciones sobre las comunidades y la población local	61
5.4.2 Los conflictos y cómo resolverlos	63
5.5 Cómo crean los gobiernos un ambiente favorable	64
5.5.1 Descentralización	64
5.5.2 Seguridad de tenencia de la tierra y derechos de los usuarios	66
5.5.3 Creación de capacidad en apoyo de un método participativo	67
5.6 Conclusiones: algunos comentarios sobre los procesos participativos y ambientes que los favorecen	74
<b>Capítulo 6. MÉTODOS Y ACCIONES INTERNACIONALES</b>	75
<i>por Pierre Sigaud, Christel Palmberg-Lerche, Alvin Yanchuk y Fernando Patiño Valera</i>	
6.1 Introducción	75
6.2 Programas nacionales	75
6.3 Progresos internacionales sobre conservación y manejo de recursos genéticos forestales	76
6.3.1 Acuerdos y procesos internacionales	76
6.3.2 Información global	78
6.3.3 Instrumentos mundiales relacionados con materiales reproductivos y el uso de la biotecnología	80
6.4 Iniciativas regionales sobre conservación y manejo de recursos genéticos forestales	81
6.4.1 Programas y actividades	81
6.4.2 Estado de los recursos genéticos forestales regionales y planes de acción	83
6.5 Notas finales	84
<b>Referencias</b>	87
<b>Siglas y Abreviaturas</b>	97
<b>Índice</b>	99
<b>Glosario de Términos Técnicos</b>	105

# PRÓLOGO



Los bosques son los depositarios más importantes de la biodiversidad terrestre. Proporcionan una amplia variedad de productos y servicios a la población de todo el mundo. Los árboles y las otras plantas leñosas del bosque ayudan a sostener a otros muchos organismos y han desarrollado mecanismos complejos para mantener unos altos niveles de diversidad genética. Esta variación genética, tanto inter como intraespecífica, sirve para una serie de finalidades de fundamental importancia. Permite a árboles y arbustos reaccionar frente a los cambios del medio ambiente, incluidos los ocasionados por plagas, enfermedades y el cambio climático. También proporciona los elementos básicos para la evolución futura, la selección y el uso humano en el mejoramiento genético para una amplia variedad de estaciones y usos. Y, en distintos niveles, sostiene valores estéticos, éticos y espirituales de los seres humanos.

El manejo forestal para fines productivos y protectores puede y debe hacerse compatible con la conservación, mediante una programación bien fundamentada y la coordinación de actividades a nivel nacional, local y eco-regional. La conservación de la biodiversidad forestal, que comprende los recursos genéticos forestales, es fundamental para el mantenimiento del valor productivo de los bosques y para mantener el estado sanitario y la vitalidad de los ecosistemas forestales y, con ello, mantener sus funciones protectoras, ambientales y culturales.

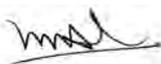
Una importante amenaza para los ecosistemas forestales es la conversión de los terrenos de bosque para otros usos. Es motivo de preocupación a este respecto la creciente presión de las poblaciones humanas, que aspiran a unos mejores niveles de vida, sin mantener el debido equilibrio en la sostenibilidad de la utilización de los recursos que sirven de base para tal desarrollo. Es inevitable que se produzcan en el futuro cambios en el uso del suelo, pero tales cambios deben planificarse para ayudar a conseguir la complementariedad de los fines de conservación y desarrollo. Esto puede lograrse incluyendo los temas de conservación como componente importante en la planificación del uso del suelo y en las estrategias de manejo de los recursos.

El principal problema actual para lograr las metas de conservación es la falta de estructuras institucionales y políticas adecuadas que hagan posible considerar las opciones de uso del suelo y de ordenaciones prácticas aceptables para todos los interesados, aplicándolas eficazmente, vigilándolas y corrigiéndolas con regularidad a fin de atender las nuevas necesidades y las que puedan surgir en adelante. Las decisiones sobre la conservación de los recursos genéticos forestales no deben adoptarse de forma aislada sino como componente integrante de los planes nacionales de desarrollo y de los programas nacionales de conservación.

La clave para el éxito dependerá por tanto del desarrollo de programas que armonicen la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y de los recursos genéticos forestales dentro de un mosaico de opciones de uso del suelo. La posibilidad de mantener la acción a lo largo del tiempo se basará en un auténtico esfuerzo para atender las necesidades y aspiraciones de todas las partes interesadas. Ello exigirá una colaboración estrecha y continuada, el diálogo y la participación de los interesados en la planificación y ejecución de los programas correspondientes.

No hay, en principio, obstáculos técnicos fundamentales que no puedan resolverse para cumplir los objetivos de la conservación. En los últimos años, se han iniciado una serie de actividades para fortalecer la conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos. Sin embargo, la experiencia práctica de estas actividades se ha documentado insuficientemente y las “lecciones aprendidas” han recibido escasa atención y sólo raramente se han aplicado a una escala mayor. De la experiencia, resulta evidente que unas medidas prudentes y oportunas y unos programas basados en los mejores conocimientos disponibles, pueden hacer una contribución fundamental para la conservación de los recursos genéticos forestales. Se considera por lo tanto de la máxima importancia que estas experiencias, junto con los conocimientos actuales sobre la teoría de la conservación, se pongan a disposición de todos mediante unas directrices y procedimientos generalizados que sirvan de inspiración a otros dedicados a tales actividades de conservación.

Este es el primer volumen de una serie de tres que tratan de la conservación de los recursos genéticos forestales (árboles y arbustos). En este volumen se da una visión general de los conceptos y métodos sistemáticos para la conservación y manejo de los recursos genéticos forestales. Se describe la necesidad de conservar estos recursos y se centra en algunas de las estrategias que pueden emplearse para realizarlo. Además, el volumen se centra en la planificación de la conservación nacional de los recursos genéticos forestales, la identificación de las necesidades de investigación sobre recursos forestales, la participación de la población en la conservación de la diversidad genética forestal y los métodos regionales e internacionales para la conservación de los recursos genéticos forestales.



**M. Hosny El-Lakany**  
Director-General Adjunto  
Departamento de Montes  
FAO



**Niels Ehlers Koch**  
Director  
*Bosque y Paisaje*  
Dinamarca



**Emile Frison**  
Director General  
Bioversity  
International

# CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS EN SU AMBIENTE NATURAL

por Weber Amaral, Lex Thomson y Alvin Yanchuk

## 1.1 Introducción

Los recursos genéticos forestales -la diversidad genética presente en millares de especies de árboles forestales de la Tierra- constituyen un recurso intergeneracional de enorme importancia social, económica y ambiental. La conservación de los recursos genéticos forestales se considera aquí como el conjunto de acciones y políticas que aseguran la existencia continuada, la evolución y la disponibilidad de estos recursos para las generaciones actuales y futuras. Tanto los recursos genéticos en sí mismos como la práctica de su conservación, son esencialmente dinámicos. Por consiguiente, la conservación de estos recursos debe contemplarse como un intento de preservar grupos determinados de genotipos o poblaciones y sus diversas combinaciones de genes. La finalidad del manejo de los recursos genéticos es, por lo tanto, mantener las condiciones en que la composición genética de una especie puede continuar evolucionando en respuesta a los cambios de su medio ambiente. Al mismo tiempo, el manejo para la conservación pretende reducir las tasas de erosión genética.

En estas directrices, utilizamos una definición (véase, por ejemplo, FAO 1989) del **recurso genético forestal** como “la variación genética de árboles de beneficio potencial o actual para los seres humanos”.

- Bosque significa rodal, población o zona de árboles y otras plantas leñosas normalmente asociadas.
- Genética se refiere a la variación de origen genético (ADN) y la variación de genes a distintos niveles: (1) variación entre especies, (2) variación entre poblaciones, dentro de la misma especie y (3) variación entre árboles individuales, dentro de las poblaciones. La mayor variación tiene lugar entre especies y, por ello, la pérdida de especies completas es también la pérdida más dramática de opciones futuras.
- Recursos se refiere al uso de la variación genética –en el sentido amplio antes indicado- considerada potencialmente valiosa para los seres humanos, en la actualidad o en el futuro.

Se han desarrollado diferentes estrategias y prácticas de conservación. La conservación *in situ* (“en el lugar”) implica el mantenimiento continuado de una población dentro del medio ambiente en que evolucionó originalmente y al que se supone que está adaptada (Frankel 1976). Este tipo de conservación se aplica con mucha frecuencia a las poblaciones vírgenes que se regeneran naturalmente en áreas protegidas o bosques ordenados, pero puede incluir la regeneración artificial, siempre que la plantación o la siembra se realicen sin una selección direccional, en la misma área en que se recogió la semilla.



*Conservación in situ de un rodal de Abies grandis, en la Isla de Vancouver, Columbia Británica, en la actualidad bajo prescripciones especiales de ordenación. (D. Pigott, Yellowpoint Propagation Ltd, 2003)*

Las acciones inmediatas de conservación pueden adoptar la forma de diversas medidas de conservación *ex situ* (“fuera del lugar”), y servir para captar y mantener la variación genética en huertos semilleros o bancos de semillas.

Hay bastante información disponible sobre diversos aspectos teóricos de la conservación y también sobre experiencias empíricas de conservación para algunas especies, pero esta información es, con frecuencia, inaccesible y de valor práctico limitado para los oficiales forestales locales que pueden estar dedicados a los aspectos rutinarios del manejo del bosque y los recursos naturales. Además, los programas de conservación requieren una base considerable de conocimientos para poder actuar eficazmente pero los recursos financieros y humanos y el apoyo institucional disponible para la investigación correspondiente, suelen ser limitados, especialmente en los países en desarrollo.

En muchos países las amenazas a los recursos genéticos forestales son importantes, inmediatas y continuas. En muchos casos, no es prudente retrasar la adopción de medidas de conservación sin más razón que el no disponer de toda la información apropiada. Unas medidas y programas de conservación prudentes y oportunos, basados en la mejor información disponible y en los principios generales de conservación pueden suponer una contribución fundamental para la conservación, de los recursos genéticos forestales. También unas acciones inmediatas de conservación pueden dar tiempo para poder llevar a cabo investigaciones adicionales para mejorar la eficacia de las actividades de conservación.

La finalidad de esta guía, y la de los otros dos volúmenes de esta serie, es proporcionar a los responsables de las decisiones y a los profesionales, especialmente a los dedicados a el manejo de bosques, unas directrices generales sobre la conservación de los recursos genéticos forestales.

## **1.2 ¿Por qué interesan los recursos genéticos forestales?**

Casi en todas partes existen amenazas para la integridad de los recursos genéticos forestales debido a innumerables causas. Las mayores amenazas incluyen la deforestación y los cambios en el uso del suelo, la utilización inapropiada del bosque y de sistemas de manejo, la contaminación y el cambio climático, así como la circulación indocumentada e incontrolada del germoplasma forestal.

Las especies arbóreas forestales son normalmente organismos de vida prolongada, muy heterocigóticos, que han desarrollado mecanismos naturales para mantener unos altos niveles de variación intraespecífica, como altas tasas de cruzamiento lejano y la dispersión de polen y semillas sobre extensas áreas. Estos mecanismos, combinados con ambientes naturales que son con frecuencia variables, tanto en el tiempo como en el espacio, han contribuido a la evolución de las especies arbóreas forestales hacia algunos de los organismos existentes más variables genéticamente (Libby 1987).

Los altos niveles de variación genética existentes dentro de muchas especies arbóreas, pueden ser aprovechados y utilizados beneficiosamente por los forestales y los viveristas forestales. Mientras que los mejoradores de cultivos agrícolas y los agricultores modifican con frecuencia sustancialmente el ambiente donde se desarrollan sus cultivos, para adaptarlo a una especie o variedad específica, los viveristas forestales normalmente identifican las especies y procedencias que pueden proporcionar niveles algo mejores de los bienes y servicios que se requieren, incluso sin selección ni mejora intensiva, sin fuertes exigencias de manejo, y sin modificación importante del ambiente exterior. Tales materiales genéticos forestales de diverso carácter están además mejor protegidos intrínsecamente contra las variaciones del suelo y los microclimas cuando se expanden localmente. Por consiguiente, los sistemas de producción forestales y agroforestales dependen considerablemente de la disponibilidad continuada de estos diversos recursos genéticos tanto a nivel de especie como de procedencia (población).

## Cuadro 1.1 Ejemplos de problemas de RGF que exigen su consideración por los planificadores y gestores

### Cambios de uso del suelo y actividades humanas

	Problemas graves
Cambio del uso del suelo, esto es pérdida de bosques por conversión en agricultura/silvicultura intensiva de plantaciones o usos urbanos del suelo, agricultura migratoria, desarrollo de infraestructuras	Eliminación o empobrecimiento de poblaciones arbóreas adaptadas localmente, ocasionando una erosión genética grave
Sustitución del bosque nativo por plantaciones	Pérdida potencial y agotamiento de poblaciones arbóreas adaptadas localmente; introducción de especies exóticas potencialmente invasoras; introducción de procedencias externas que pueden hibridarse con especies o procedencias locales, induciendo cambios en los caudales genéticos locales
Fragmentación del bosque, se puede traducir en el aislamiento de las poblaciones arbóreas	Aumento del riesgo de endogamia y deriva genética; pérdida de polen, polinizadores y dispersores de semillas, lo que se puede traducir en cambios en el sistema de apareamiento, capacidad y regeneración

### Manejo del bosque nativo

	Problemas graves
Regeneración del bosque, sobre todo fragmentos de bosque entremezclados, en grandes zonas de cortas a hecho	Origen, calidad y cantidad de germoplasma, en forma de árboles remanentes que se reproducen en semilla almacenada en el suelo o etapas de regeneración preexistentes, o sea, juveniles; fragmentos adyacentes y grado de aislamiento; y nivel de degradación de los fragmentos
Aprovechamiento maderero muy selectivo, sobre todo cuando el aprovechamiento extrae fenotipos deseables de un pequeño número de especies comercialmente importantes	Selección disgénica; pérdida o agotamiento de poblaciones adaptadas localmente; producción reducida de semillas o aumento de la autofecundación o autocruzamiento asociado con el grado de aislamiento entre los árboles remanentes; escaso valor comercial de las especies remanentes, con aumento de la probabilidad de conversión para otros usos del suelo
Sistemas de manejo forestal, p.ej. uso del fuego, regímenes de pastoreo, operaciones de aclareo e introducción de animales exóticos, como abejas melíferas	
Planificación de áreas reservadas o protegidas, dentro de bosques ordenados	Los criterios de selección deben tener en cuenta el potencial para aumentar la conservación de los recursos genéticos forestales, mediante la determinación de poblaciones amenazadas, restringidas o únicas de especies arbóreas prioritarias

### Programas de selección y mejoramiento genético

	Problemas graves
Para las especies nativas, las poblaciones conservadas <i>in situ</i> podrían servir como importantes poblaciones base	Mantener el acceso a la gama completa de variación natural en poblaciones de conservación <i>in situ</i> o <i>ex situ</i>

La variación genética intraespecífica, es necesaria para lograr la futura adaptabilidad de la especie, y también para hacer posibles los programas de selección artificial y mejoramiento genético. En consecuencia, los beneficios de los bosques y los árboles sólo serán sostenidos si siguen disponibles los recursos genéticos forestales. En muchos países, las perspectivas para el desarrollo sostenible en zonas rurales dependerán en gran manera de la disponibilidad de diversidad genética tanto de las especies arbóreas indígenas como de las exóticas.

Uno de los objetivos de esta guía es animar a los gestores de bosques y tierras, planificadores y otros profesionales cuyas actividades afectan a los recursos genéticos forestales, para que consideren como cuestión ordinaria la conservación genética en sus procesos de planificación y manejo, teniendo en cuenta los diferentes niveles de amenazas, los modelos de uso del suelo, los sistemas de manejo forestal y los programas futuros de selección y mejoramiento genético (véase el Cuadro 1.1).

En general, el diseño y ejecución de programas de conservación forestal se basan en los atributos de los ecosistemas, por lo que se presta poca atención a la diversidad a nivel de especies y genes. Esto ocurre, sobre todo en los ecosistemas de selva tropical cuya alta diversidad biológica y su complejidad plantean varios desafíos a los científicos y a los responsables de la política. Éstos y otros grupos interesados están constantemente estableciendo prioridades que, en la mayoría de los casos, no tienen en cuenta la información a nivel de especies y genes.

En un mundo en que con frecuencia no se dispone de fondos y recursos suficientes para investigación y conservación, el trabajo a nivel de especies y genes exige un uso eficiente de los fondos, el establecimiento de prioridades, el uso de nuevas herramientas como los sistemas de información geográfica (GIS), la modelización y los marcadores moleculares y, normalmente, con intenso trabajo de campo (véase el Capítulo 2). Sin embargo, se han planteado interrogantes sobre la aplicabilidad o la utilidad del uso de la información genética y sus costos y beneficios asociados para los programas de manejo y conservación forestal, particularmente en los países en desarrollo donde la información básica es inexistente o escasa. Esta es la razón de que sea necesario hacer un inventario cuidadoso de las necesidades de investigación (véase el Capítulo 4).

# ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

por Erik Kjær, Weber Amaral, Alvin Yanchuk y Lars Graudal

## 2.1 Introducción

Aunque la finalidad de la conservación de los recursos genéticos forestales puede exponerse con sencillez, su aplicación puede ser muy complicada y costosa. Con miles de especies arbóreas distribuidas entre varias poblaciones locales (grupos de individuos en panmixia), cada una con millares de loci genéticos variables, las prioridades deben establecerse primero a nivel de especies; sólo, entonces podemos asignar prioridades entre poblaciones. Es importante que se recojan y analicen datos sobre las especies cuya conservación interesa y sobre los niveles de amenaza para cada una de ellas, teniendo presentes los métodos de conservación *in situ* y *ex situ* (Namkoong 1998). En términos prácticos, los programas nacionales necesitan formas de establecer prioridades de conservación que tengan en cuenta el gran número potencial de especies de las que pueden ser responsables. A veces, el centro de atención puede estar en las especies debido a su interés carismático. Por el contrario, el centro puede estar en las amenazas percibidas resultantes de los valores económicos o de los caracteres ecológicos: por ejemplo, especies que tienen bajas densidades de población, modelos de polinización muy especializados o mecanismos especiales de germinación de la semilla. La información básica de partida sobre la situación en cuanto a diversidad genética, clasificación del valor potencial de las especies, evaluación de las amenazas y el potencial para la gestión de la conservación, son algunos de los pasos necesarios para el establecimiento de prioridades. El resultado puede ser una clasificación de prioridades para el manejo o una clasificación de especies por grupos de prioridad.

En general, un programa eficaz de conservación de especies tiene que tener en cuenta todo el ámbito de distribución geográfica de una especie y también la estructura de la metapoblación de la especie. Sin esta información no se puede pretender que la diversidad genética de la especie elegida esté conservada en su totalidad. La mayoría de los programas nacionales de conservación de recursos genéticos forestales debe, por lo tanto, abordar la conservación de las poblaciones adaptadas localmente.

Dada la finalidad de conservar los recursos genéticos, las especies arbóreas podrían clasificarse en tres grupos principales:

- especies para las que no existen medidas que pudieran adoptarse para ayudar a la conservación
- especies que sobrevivirán incluso sin ningún tipo de manejo
- especies que sobrevivirán si se tiene un manejo conveniente (siempre que los recursos lo permitan).

Es importante identificar esta última categoría de especies, y asignar recursos para ellas, como prioridad (Vane-Wright 1996).

En un caso teórico, se relacionaría y cartografiaría la distribución geográfica de una especie, se conocería el tipo y extensión de las amenazas a determinadas poblaciones y se establecerían debidamente los métodos de conservación y manejo. Sería posible entonces evaluar los efectos de las diferentes amenazas, los costos y la eficacia de las diferentes opciones de manejo para reducir al mínimo los efectos correspondientes. Podrían

establecerse entonces las prioridades, basándose en la evaluación de aquellos recursos por sus resultados económicos o ecológicos. Sin embargo, raramente contamos con conocimientos tan completos o detallados.

Muchas especies arbóreas que se sabe que están amenazadas de extinción no están incluidas en los programas de conservación (Natural Academy of Sciences 1991; Boyle y Boontawee, 1995). En algunos casos, los recursos genéticos pueden estar bien conservados dentro de áreas protegidas, pero éstas pueden representar sólo una pequeña fracción de la variación genética total de la especie. Los modelos de variación genética pueden ser con frecuencia enigmáticos y las reducciones de tal variación pueden presagiar un colapso demográfico ya sea causal por un agente o asociado. Por ello, los datos demográficos, si están disponibles, no son suficientes, ni tampoco los listados de especies en parques son suficientes para planificar la conservación. No obstante, el cotejo de tales datos y los ensayos sobre los modelos genéticos de variación, pueden proporcionar al menos indicadores iniciales en cuanto al estado de los recursos genéticos.

La elección de especies y regiones para estudios genéticos más detallados puede proporcionar entonces información sobre especies prioritarias para conservación según lo menciona Koshy *et al.* (2002). Estos autores sugieren también dos niveles de elección: uno para investigación y evaluación de riesgos y otro para la gestión de riesgos específicos. Los datos en gran escala, como los disponibles a partir de los análisis de los sistemas de información geográfica (SIG), pueden dar algunas indicaciones sobre amenazas demográficas, haciendo posible también cotejar y analizar simultáneamente múltiples fuentes de datos. En los primeros esfuerzos de elección del anterior IBPGR (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, actualmente Bioersity International, las listas de prioridades de especies de cultivo que guiaron los esfuerzos de recolección fueron creadas en gran parte basándose en las posibilidades de extinción demográfica y, por tanto, en los riesgos de erosión genética, lo que fue posible mediante una extensa participación mundial de objetivos comunes e información de especies de cultivo en los sistemas agrícolas. Lamentablemente, no existe tal consenso para los árboles forestales y, en consecuencia, se necesitan definiciones más explícitas de los modelos y factores, a nivel internacional, y también para cualquier país que intente establecer sus propias prioridades.

En muchos programas de conservación, la gente debe adoptar decisiones sobre acciones de manejo, incluso con acceso limitado a los datos de investigación en apoyo de sus decisiones. En estos casos, deben decidir también qué características de los organismos implicados son menos conocidas pero, si son estudiadas, es muy probable diferenciar cómo se ordenan los organismos. En este sentido, estamos interesados no tanto en la biología descriptiva como en la biología de las funciones genética y ecológicamente importantes (Purvis y Hector 2000), como la adaptación a los ambientes cambiantes y el potencial para la evolución y la selección artificial. Estos aspectos se tratan en la Sección 2.3.2.

## **2.2 Identificación de problemas y búsqueda de posibles soluciones**

Los esfuerzos para conservar los recursos genéticos forestales están implicados normalmente por el conocimiento de las amenazas. Éstas pueden variar de magnitud desde la eliminación total de la cubierta forestal a la degradación de las poblaciones más allá de niveles biológicamente aceptables. La relación causa-efecto varía de un caso a otro, siendo fundamental entender los problemas esenciales a fin de desarrollar una estrategia eficaz.

## Recuadro 2.1 Manejo de RGF en Brasil y Argentina

Los cambios demográficos y comerciales están ocasionando una presión adicional sobre el uso sostenible de los recursos forestales en zonas donde todavía se emplean los sistemas tradicionales de uso. Los sistemas que han funcionado en el pasado han conducido a una explotación excesiva en tiempos más recientes, como resultado del crecimiento de la población y de los cambios en las políticas agrícolas. Esta es la situación real de las comunidades que extraen el caucho en el Amazonas y de los indios Mapuches en el suroeste de Argentina, y también de las demandas comerciales de los sistemas de faxinal, ejemplo de un régimen de manejo con derechos de propiedad colectivos en terrenos de bosque del Estado de Paraná, de Brasil. Las mismas fuerzas hacen difícil el desarrollo y ejecución de nuevas alternativas para usos del suelo. Los costos para la adopción de sistemas forestales sostenibles son elevados y los ingresos procedentes de unas mejores prácticas son inseguros y con frecuencia sólo se logran en un futuro a medio y largo plazo. Un problema adicional es que no siempre se dispone de los conocimientos ecológicos y económicos necesarios para cambiar los sistemas actuales, de modo que se requieren considerables esfuerzos de investigación para generar y recoger información. Esto implica costos y tiempo que normalmente no pueden permitirse las comunidades locales.

Por ello, se necesitan insumos y acciones procedentes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (ONGs), científicos e investigadores directamente dedicados a estos temas.

Evidentemente, la preocupación pública sobre la degradación ambiental tiene dos caras. Por ejemplo, en Argentina y Brasil, ya se ha traducido en numerosas y variadas políticas ambientales y de conservación. Algunas de estas políticas pretenden restringir el uso de los recursos forestales, haciendo así más difícil para las comunidades locales el contar con una fuente de ingresos procedentes de los bosques. El caso de las especies arbóreas del género *Araucaria* en Paraná, es un buen ejemplo de una política que ha tenido efectos contraproducentes. La prohibición del aprovechamiento de *Araucaria angustifolia* ha motivado una falta de interés de las comunidades locales por la plantación de esta especie, que se está viendo, en consecuencia, cada vez más amenazada. Otras políticas han tenido efectos positivos como el aumento de la demanda de productos forestales certificados. Un ejemplo de una política con efectos positivos fue la imposición de limitaciones sobre la migración hacia las áreas de bosque de aquellos recién llegados que podrían, no sólo alterar las estructuras sociales y económicas existentes, sino también ocasionar una presión adicional sobre los propios ecosistemas. En Paraná, la llegada de inmigrantes procedentes de los estados del sur, ha sido mencionada como uno de los factores ocasionantes de la disminución de los sistemas de faxinal. El ejemplo del estado de Acre (Brasil) demuestra que los nuevos asentamientos, establecidos dentro del marco de la Reforma Agraria en zonas con una larga tradición de uso sostenible del suelo, ocasiona también conflictos de tierras y el incremento de la presión sobre los recursos forestales. Dentro de los nuevos asentamientos, la propiedad del suelo se garantiza mediante la eliminación del bosque. Esto está en plena contradicción con el método tradicional de utilización de los recursos forestales: la explotación de los productos forestales no maderables (p.ej. la recolección de frutos de especies arbóreas forestales, la extracción del caucho dentro de las reservas) basada en el mantenimiento de una cubierta forestal permanente.



*Árboles de Araucaria angustifolia dentro de un faxinal, sistema tradicional para la utilización comunal de los recursos naturales. (Barbara Vinceti/Bioversity International)*

(Contribución de W. Amaral, Bioversity International)

## 2.2.1 Conversión de los bosques para otros usos del suelo

Los bosques se pueden perder o porque los recursos forestales y los árboles no se consideran de importancia económica, o debido a un sistema político que hace posible sustituir los bosques por otros usos del suelo (por ejemplo, agricultura, pastos, minería, desarrollo de infraestructuras o urbanización (véase el Recuadro 2.1). Con frecuencia, esto se basa en la obtención del máximo rendimiento económico a corto plazo y en la falta de políticas forestales de apoyo basadas en un buen conocimiento del potencial de los bosques como fuente de ingresos y productos para los mercados locales y regionales y sus correspondientes servicios para otros sectores de la economía.

## 2.2.2 Utilización no sostenible

Cuando las especies arbóreas se consideran valiosas, los modelos no sostenibles de utilización constituyen otra amenaza para los recursos genéticos. El problema está normalmente relacionado con la frecuencia e intensidad con que se aprovechan los árboles, ya sea para madera u otros productos no maderables y cómo responden los bosques a los niveles resultantes de especies y ecosistemas después de las actividades de aprovechamiento maderero.

La degradación de los recursos genéticos puede no incluir la extracción de todos los árboles; puede ser en forma de aprovechamiento selectivo, dejando sólo los árboles con menor capacidad para futuros ciclos reproductivos y afectando así a las futuras cosechas de semilla y a la regeneración natural y, en consecuencia, a los beneficios económicos, a largo plazo (véase el Recuadro 2.2).

## 2.3 Objetivos, prioridades y métodos

### 2.3.1 Qué hay que conservar: ecosistemas, especies o genes?

El primer paso en la conservación genética es especificar los objetivos del programa de conservación. Esto es de la máxima importancia, puesto que es posible conservar las propiedades de los ecosistemas y, aún así, perder información genética de las especies. También es posible conservar una especie y perder sin embargo poblaciones genéticamente distintas y, por lo tanto, genes que pueden ser de valor en cuanto a resistencia a enfermedades y plagas, y en adaptación futura. Esto podría ser también importante en la expansión de una especie mediante programas de mejoramiento genético si se hace necesaria tal ampliación.

Muchos géneros y especies forestales de todo el mundo proporcionan bienes y servicios, como madera, leña, alimentos, forraje, estabilización ambiental, sombra, protección y valores culturales y espirituales. Sin embargo, menos de 1.000 especies arbóreas han sido ensayadas sistemáticamente por su utilidad actual y menos de 100 están sujetas a programas intensivos de investigación genética. Evidentemente, por tanto, muchas especies forestales diferentes se están utilizando *in situ* para obtener importantes bienes y servicios, sin aplicar ningún manejo genético.

A nivel mundial, la conservación de los recursos genéticos forestales tiene como objetivo global el mantenimiento de la diversidad genética en los millares de especies arbóreas de importancia conocida o potencial de carácter socioeconómico y ambiental. Además, los niveles y la distribución de la variación genética de cualquier especie concreta se supone que están en un proceso de cambio natural constante, resultante de las principales fuerzas

## Recuadro 2.2 Degradación de la teca en Tailandia



Anillado de árbol de teca (*Tectona grandis*) un año antes de su corta.  
(H.Keiding/DFSC, 1959)

La teca (*Tectona grandis*) es una de las especies de plantación más importantes del mundo. Se desarrolla naturalmente en la parte septentrional de Tailandia en bosque mezclado caducifolio, en altitudes de 100–900 m. (Mahapol 1954). La superficie total cubierta por bosque natural de teca en Tailandia disminuyó de 65.000 km<sup>2</sup> en 1960 a 21.000 km<sup>2</sup> en 1990. La tasa actual de deforestación puede ser de 2.000 km<sup>2</sup> al año (CCB 1995). Hay todavía grandes áreas de bosque de teca pero en muchas partes de los bosques remanentes, fuera de las áreas protegidas, la explotación maderera es tan intensa que en pocos años casi no quedarán árboles rectos. Indudablemente, el estado de conservación de la especie se está deteriorando gradualmente. Esto ha motivado el desarrollo de un plan para la conservación de los recursos genéticos de Teca en Tailandia (Graudal et al. 1999).

Podrían originarse también nuevas amenazas para los recursos genéticos forestales, como en el caso de la teca, por el aumento de las plantaciones a base de germoplasma importado o menos adaptado. Esto podría llevar con el tiempo a la dispersión de alelos extraños dentro de las poblaciones locales remanentes. Además, si todos los árboles plantados proceden de unos pocos árboles padre fácilmente accesibles y de fructificación abundante, se podría originar otro problema derivado de la pequeña dimensión efectiva de las poblaciones de futuras generaciones, reduciéndose por tanto los programas potenciales de selección y la productividad

(Contribución de L. Graudal)

de evolución. Por ello, la preocupación principal de la conservación debe estar en los procesos evolutivos, que fomentan y mantienen la diversidad genética, y no empeñarse en preservar la actual distribución de la variación como un fin en sí mismo (Namkoong et al. 1997; Namkoong 2001).

### 2.3.2 Evaluación de prioridades de especies para la acción de conservación

Dentro de cualquier país o zona local determinada puede haber opiniones divergentes sobre prioridades entre las especies arbóreas. Los departamentos forestales es probable que den importancia y prioridades algo diferentes de las asignadas por los pobladores y usuarios forestales locales, las que a su vez pueden ser distintas de las de los agricultores y otros diversos usuarios de los árboles. Es evidente que los programas de conservación

## Cuadro 2.1 Puntuación de las cinco especies de valor máximo y las cinco de valor mínimo entre 267 especies (Estado de Sao Paulo, Brasil)

N°	Especies	Lugares Caetutus	Morro	Peso utilizado	Puntuación	Peso ecológico	Puntuación	Peso de amenaza	Puntuación	Puntuación final
1	<i>Myroxylon peruiferum</i>	X	X	2	32,2	4	69,9	5	53,3	620,5
2	<i>Euterpe edulis</i>	X		2	35,4	4	74	5	49,6	614,8
3	<i>Hymenaea courbaril</i>	X	X	2	45	4	69,9	5	48,8	613,6
4	<i>Jacaratia spinosa</i>	X	X	2	39	4	72,4	5	44,2	588,6
5	<i>Maclura tintoria</i>	X	X	2	27	4	80,9	5	40,2	579,6
...										
263	<i>Senna pendula</i>	X	X	2	25,6	4	33,3	5	15,1	259,9
264	<i>Aegiphila sellowiana</i>	X	X	2	20,2	4	35,6	5	13,5	250,3
265	<i>Piptocarpha sellowii</i>	X		2	7	4	41,1	5	13,5	245,9
266	<i>Croton floribundus</i>	X	X	2	25	4	27,4	5	15,1	235,1
267	<i>Senna bifora</i>	X		2	8,2	4°	35,7	5	14,5	231,7

Fuente: Koshy *et al.* (2002)

*in situ* tendrán más éxito si se eligen especies de interés directo, uso o preocupación para la autoridad de manejo del territorio o los propietarios de tierras: esto tendrá importantes consecuencias para la planificación de los programas de conservación *in situ*. Un método de evaluación rural participativa (véase el Capítulo 5) puede ser útil para ayudar a las comunidades locales, cuyos terrenos son de propiedad comunal, a identificar mejor sus recursos genéticos de árboles prioritarios y para desarrollar respuestas apropiadas de conservación *in situ*.

También es importante considerar el caso de especies y procedencias que son de gran importancia económica cuando se plantan como exóticas, pero que actualmente son de importancia mucha menor en su ámbito y hábitats nativos; un ejemplo es el *Pinus radiata* procedente del suroeste de los EUA y México. En tales casos, no deja de ser razonable suponer que los probables beneficiarios de la conservación *in situ* deban contribuir financieramente o de otra forma, a la conservación.

Teniendo en cuenta que serán limitados los recursos financieros disponibles para programas específicos de conservación de los recursos genéticos forestales, es necesario considerar cuáles de las especies prioritarias tienen mayor necesidad y justifican las intervenciones y acciones de conservación. Esto puede abordarse convenientemente para distintas especies, comparando la extensión del recurso (nivel de diversidad genética o variación intraespecífica) con la vulnerabilidad o amenazas a las poblaciones o a los ecosistemas de que forman parte.

Como ejemplo, en el Cuadro 2.1, Koshy *et al.* (2002) presentan un método de toma de decisiones para el establecimiento de prioridades de conservación de especies arbóreas, en diferentes estaciones de bosques tropicales semicaducifolios del Estado de Sao Paulo, Brasil. El **método de decisión sobre árboles** se basa en los valores de uso, valores ecológicos y de las amenazas, puntuados por un amplio conjunto de interesados, incluyendo científicos e investigadores, agricultores, campesinos locales y empresarios. Las especies con las puntuaciones finales más altas, son las que deben considerarse prioritarias para conservación.

En general, las estrategias de conservación de recursos genéticos se han agrupado en categorías *in situ* y *ex situ*. El establecimiento de sistemas nacionales de áreas protegidas

(principalmente para fines de conservación *in situ*) y la creación de reservas públicas y privadas, son prácticas de conservación que están siendo adoptadas a escala mundial. Más recientemente, se están considerando también terrenos privados y áreas agrícolas (como la conservación en las fincas agrícolas) como elementos integrados de las estrategias de conservación, utilizando un método integrado de áreas protegidas dentro de las zonas agrícolas.

### 2.3.3 Estrategias de conservación *in situ*

En el caso de especies no domesticadas, la conservación *in situ* es probablemente la estrategia más importante y a veces el único método viable. En las zonas tropicales, cuyas tasas de extinción de especies son elevadas, debido a los cambios en el uso del suelo, es fundamental el establecimiento de prioridades de conservación. Esto es evidente, sobre todo, en los países en desarrollo, donde los recursos asignados para conservación son escasos y la información de partida sobre la distribución de especies y los datos sobre abundancia son inexistentes. En un mundo de escasos recursos, un método para el establecimiento de prioridades se basa en actividades de trabajo en red, con iniciativas que incluyen múltiples países e interesados (James 1999).

La conservación *in situ* suele ser la estrategia de conservación preferida para la mayoría de las especies vegetales silvestres, incluyendo algunos de los parientes silvestres de las especies de cultivo, porque, como se mencionó anteriormente, ello permite a las poblaciones de interés continuar expuestas a los procesos evolutivos. En cambio, para muchas especies domesticadas (cultivos y ganadería) la conservación en fincas agrícolas de las variedades tradicionales goza actualmente de un amplio respaldo como una práctica importante para la conservación de la diversidad genética (Hodgkin 1996; Jarvis *et al.* 2000).

Los estudios genéticos moleculares, realizados con muchas especies de árboles forestales de todo el mundo, están contribuyendo a un mejor conocimiento de los modelos de variación en apoyo del desarrollo de mejores sistemas de manejo y para el seguimiento de las variaciones en el recambio de especies en el tiempo y en el espacio (Hamrick 2001). En algunas situaciones, estas prioridades podrían afinarse más mediante el uso de las nuevas herramientas, como los marcadores moleculares y las simulaciones mediante modelización. Integrando las herramientas GIS con la investigación molecular se mejorará nuestro conocimiento de los modelos zonales de la diversidad genética de la distribución de especies y ayudará a desarrollar planes de manejo de recursos. Por ejemplo, en los Ghats Occidentales, de la India, se están utilizando estos dos métodos combinados para detectar áreas con alta diversidad (intra e interespecífica) y establecer prioridades de conservación (Boffa 2000). Los marcadores moleculares pueden ayudar así en la conservación de especies arbóreas y hacer posible que los programas nacionales reflejen los modelos de biodiversidad en sus propios planes de manejo. Los métodos moleculares pueden ayudar también a identificar las diferencias entre procedencias y genotipos locales y no locales, determinar dónde se está perdiendo diversidad y facilitar la introducción de nueva diversidad para los programas de conservación integrada y de mejoramiento genético. Esto puede servir también para mejorar el manejo de la variación genética intraespecífica (Brown y Kresovich 1996; Karp 2000).

### 2.3.4 Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* se considera que es el fundamento que permite en definitiva el uso de la diversidad genética en la mejora y conservación fitogenéticas. Los elementos esenciales de la conservación *ex situ* tienen relación con la necesidad de identificar,

## Cuadro 2.2 Marcadores moleculares usados actualmente en investigación sobre diversidad de RGF: propiedades y aplicaciones

Marcador/propiedades	Descripción	Propiedades*	Aplicaciones	Polimorfismo**
Isozimas	Marcadores con expresión proteínica Marcador fenotípico	Codominante	Estudios de genética de poblaciones y estudios de sistemas de apareamiento	Bajo a medio
RFLPs	Polimorfismo de longitud en fragmentos de restricción	Codominante	Mediciones de diversidad genética; caracterización de material genético	Alto
RAPDs	Polimorfismo ampliado al azar	Dominante	Mediciones de diversidad genética	Medio
AFLPs	Polimorfismo de longitud en fragmentos amplificados	Dominante	Mediciones de diversidad genética	Alto
SSRs	Repeticiones de simple secuencia (microsatélites)	Codominante	Estudios de genética de poblaciones	Alto
STS	Sitio marcado en la secuencia	Codominante	Estudios de genética de poblaciones	Medio a alto
SNP	Polimorfismo de sencillo nucleótido	Codominante	Estudios filogenéticos y de poblaciones	Muy alto
Secuenciación de genes	Cloroplasto (cpADN) mitocondrial (mtADN) Nuclear (nADN)	Dominante	Estudios filogenéticos y de poblaciones	Bajo a medio
Conjunto de pedazos de ADN	Micro matrices de secuencias de ADN	Dominante	Identificación de genotipos y estudios de expresión de genes	Alto

\* *Propiedades: dominante (falta de capacidad para diferenciar individuos homocigóticos de individuos heterocigóticos; codominante (capacidad para detectar heterocigotos, o individuos con dos alelos diferentes en el mismo locus).*

\*\* *Polimorfismo: se indica aquí como la capacidad para detectar loci polimórficos, basados en mediciones de heterocigosidad.*

conservar y ordenar la gama de variabilidad dentro de las especies, principalmente mediante el desarrollo y manejo de la regeneración, en diversas formas, en el campo. Las técnicas de genética molecular, sobre todo con marcadores genéticos, pueden ayudar también en algunas de las tareas de manejo para poblaciones *ex situ*, confirmando la identidad de las accesiones y el seguimiento de los cambios genéticos en las colecciones. Sin embargo, la asignación de recursos en la conservación genética debe ser impulsada por la necesidad más que por la tecnología (Withers 1993).

La biotecnología puede hacer contribuciones también a el manejo de bancos de germoplasma, al proporcionar mejores herramientas para evaluar los niveles de diversidad genética y ofrecer nuevas alternativas para mantener las existencias genéticas. Las nuevas

técnicas moleculares evitan la redundancia y la duplicación dentro de las colecciones, mediante los análisis de la huella genética y los estudios de diversidad genética (Brown y Kresovich, 1996; Karp 2000). Otra herramienta biotecnológica muy utilizada, la criopreservación, ayuda al almacenamiento a largo plazo de varias accesiones vegetales (Withers y Engelmann 1998). Las herramientas moleculares como las que se están utilizando actualmente en los estudios genómicos, pueden ayudar en la identificación de genes potencialmente útiles en accesiones de bancos de genes. En el Cuadro 2.2 se incluyen ejemplos de aplicaciones de los marcadores.

## 2.4 Procesos genéticos: estrategias de conservación evolutiva frente a las de conservación estática

El mantener o no los procesos genéticos como parte de la estrategia de conservación tiene importancia al decidir las posibles opciones de conservación. Los procesos genéticos tratan normalmente de los cambios de las frecuencias genéticas y de las distribuciones genotípicas. Ejemplos de las circunstancias que originan tales cambios son:

- a. Las pérdidas de alelos al azar, los cambios al azar de las frecuencias genéticas o el aumento de los niveles de endogamia que pueden producirse si las poblaciones son pequeñas, o si se recoge la semilla de un número relativamente reducido de árboles. Todas las actividades que reducen el tamaño de la población, aumentan generalmente la tasa de endogamia.
- b. El manejo o el uso de poblaciones naturales que (1) influyen en el comportamiento de los polinizadores y los dispersores de la semilla, lo que puede motivar cambios en las cuantías de endogamia, o cambiar la fertilidad, o (2) alteran el microclima o la composición de especies, induciendo así nuevos competidores.
- c. La selección, intencionada o no, debida al uso o al manejo de los rodales naturales, o durante la propagación y manejo de las plantaciones, puede favorecer o dificultar ciertos alelos y, por ello, cambiar las frecuencias alélicas.
- d. La selección natural continuada en el ambiente dominante que afecta a las frecuencias de alelos (así como la selección natural frente a la descendencia de intracruzamiento de especies con sistema de apareamiento mixto, esto es, especies que en condiciones naturales producen una mezcla de progenies de intracruzamiento y de cruzamiento lejano).

Los procesos (a) y (b) se considera normalmente que no son deseables en todas las estrategias de conservación, porque llevan a una pérdida al azar de diversidad genética o a la disminución de la capacidad de las poblaciones. Sin embargo, en cierta medida, los procesos (c) y (d) reflejan una respuesta genética en favor de la adaptación continuada a un ambiente dado. Por ello, es importante en el proceso de programación, considerar en qué medida estos procesos son inaceptables, aceptables o incluso deseables. Esto dependerá naturalmente del objetivo de la conservación.

Hablando en términos generales, las estrategias de conservación pueden dividirse también en tres categorías en cuanto al proceso evolutivo (según Guldager 1975):

- **Estrategias de conservación estática**, en las que los procesos genéticos se consideran normalmente importantes. La finalidad es mantener las frecuencias genéticas o las distribuciones genotípicas con el mínimo cambio posible. Se puede decir que el objetivo es la preservación de la serie actual de genotipos en la colección o muestra.
- **Estrategias estrictas de conservación evolutiva**, en las que la protección de los procesos genéticos se considera tan importante como la conservación de las frecuencias reales de genes en la población, o aún más. Se puede decir que el objetivo

de la conservación evolutiva es proteger las poblaciones que puedan mantener su capacidad mediante su adaptación a largo plazo (por ejemplo el desarrollo de ecotipos locales), de tal modo que existe la expectativa de que las frecuencias de genes deben cambiar. Aquí los procesos asociados con los puntos (c) y (d) anteriores se ven como elementos de la conservación y por ello estos procesos son protegidos e incluso sostenidos.

- **Conservación evolutiva para poblaciones utilizadas**, donde el objetivo es conservar poblaciones viables, diversas genéticamente, que se desarrollan en condiciones que reflejan a los bosques ordenados y utilizados o a las plantaciones.

### 2.4.1 Conservación estática: archivos clonales, bancos de semillas y criopreservación

Las actividades de conservación estática se caracterizan por el hecho de que los **genotipos** son los elegidos para conservación. Por ello, se prefiere en general la propagación vegetativa frente a la propagación por semilla. Los clones propagados vegetativamente pueden plantarse y protegerse en **archivos clonales**. Los árboles injertados o enraizados serán capaces con frecuencia de desarrollarse hasta una edad avanzada, si el injerto ha sido un éxito. Naturalmente, en alguna fecha futura, los árboles tendrán que reinjertarse sobre un nuevo patrón. Es importante mantener cuidadosamente los archivos en los primeros años a fin de evitar renuevos o brotes del patrón que arruinen al material injertado. Es necesario realizar limpiezas de malezas y tratamientos constantes y es fundamental contar con buen etiquetado y mapas. La conservación estática requiere por tanto una gestión técnica humana continuada y bastante intensa.

La conservación estática se aplica también para conservar lotes de semillas en **bancos de germoplasma**, en los que se mantiene la semilla almacenada en cuartos fríos de conservación o en condiciones favorables de otro tipo. Los bancos semilleros sólo se pueden utilizar para la conservación de especies con semilla almacenable. Un gran número de especies de árboles tropicales tienen las denominadas **semillas recalcitrantes**, que mueren en pocos años de almacenaje. La gran mayoría de las especies tienen semillas que sólo pueden mantener una alta tasa de germinación durante un número relativamente reducido de años, en comparación con el tiempo de vida del árbol vivo, y los lotes de semilla tienen que regenerarse por lo tanto cada cierto tiempo. Esto incluirá la germinación de la semilla, la producción de brinzales, el desarrollo de los árboles hasta que comienzan a florecer y la recolección de nueva semilla para almacenaje. Estas actividades de “rejuvenecimiento” permiten nuevas recombinaciones genéticas y nuevas presiones de selección durante la propagación y el desarrollo.

Para la mayoría de las especies, los bancos semilleros deben considerarse, probablemente, como una actividad de conservación a corto plazo. Las semillas de poblaciones en peligro pueden recogerse y almacenarse en el banco semillero por un período provisional hasta que pueden sembrarse, se desarrollan los brinzales y se establecen plantaciones de conservación genética (los denominados rodales de conservación *ex situ*). El papel de estas plantaciones en una estrategia global de conservación, se discute con mayor detalle más adelante; en el Volumen 3 Capítulo 5, se da cuenta completa de los detalles técnicos y en el Volumen 3 Capítulo 6 se dan detalles técnicos sobre los propios bancos de semillas.

Para muchas especies, especialmente las de los bosques pluviales y semipluviales de muchas partes de África, los bancos de semillas no se pueden utilizar ni siquiera para la conservación a corto plazo porque la semilla no se puede almacenar más de unos pocos meses. La conservación *in vitro*, incluida la criopreservación, se ha intentado con tales especies pero éste es también un método de conservación estática. Dependiendo

de la especie y la técnica, a veces pueden producirse y observarse algunos cambios genéticos (como mutaciones) durante el desarrollo *in vitro*, y el almacenaje conocidos como variación somaclonal (Fourré *et al.* 1997). Sin embargo, los mayores inconvenientes del sistema *in vitro* son los costos correspondientes, la necesidad de un suministro estable de electricidad y –muy importante– el hecho de que sólo puede conservarse un número limitado de genotipos. Las técnicas de conservación *in vitro* son, por lo tanto, probablemente de poco uso, en general, en los esfuerzos para conservar los recursos genéticos forestales, mientras que los bancos de semillas pueden ser importantes para el almacenaje a corto plazo de algunas especies, como una fase provisional hasta que se puedan aplicar técnicas más apropiadas.

Muchas especies (como varias del género *Acacia*, con semillas de tegumento duro, o la mayoría de las especies *Pinaceae*) pueden mantener una alta tasa de germinación durante muchos años estando almacenadas. Para estas especies, los bancos semilleros pueden servir mejor que un almacenamiento a corto plazo. Los bancos genéticos para tales especies son una estrategia estática, porque las frecuencias de genes y las distribuciones genotípicas permanecerán en gran parte iguales, mientras germine toda la semilla. Una vez que la tasa de germinación comienza a disminuir, pueden tener lugar efectos selectivos durante el almacenaje, pero en general pueden no tener relación a largo plazo con la capacidad y utilidad de los genotipos o lotes de semilla.

La conservación estática puede ser una opción interesante en conexión con un programa intensivo de mejoramiento genético, en el cual los genotipos identificados y ensayados (clones) se injertan y mantienen en archivos clonales, o se utilizan en huertos semilleros o en setos de producción clonal. Se puede decir que en tal programa se utiliza la conservación estática para conservar genotipos bien conocidos, pero se desarrollan y gestionan aspectos evolutivos en el programa de mejoramiento genético y ensayos, durante generaciones. En cierto modo, los métodos estáticos y evolutivos pueden considerarse complementarios y utilizarse en combinación.



Vista aérea de bancos clonales en la Estación de Investigación del Lago de Cowachin, Isla de Vancouver, Columbia Británica. (Ministerio de Bosques de C.B.)

## 2.4.2 Conservación evolutiva en áreas de reserva protegidas y designadas

Las actividades de conservación evolutiva se caracterizan por programas en que los árboles producen progenies en generaciones sucesivas: los genes son “conservados” generalmente, pero no los genotipos. La selección natural tiene lugar entre árboles con nuevas combinaciones alélicas que favorecen o dificultan diferentes genotipos. Este proceso asegura que las frecuencias de los genes cambiarán en la población: los alelos con influencia positiva sobre la capacidad, aumentarán, y los alelos asociados con capacidad escasa, disminuirán. Si el tamaño de la población es suficiente, deberán mantenerse, en general genes neutrales, pero algunos genes se perderán inevitablemente por deriva genética; surgirá por mutación una nueva variación genética después de varias generaciones. Las intervenciones humanas (si existen) se diseñan para facilitar procesos genéticos moderados más que para evitarlos. La variación genética entre poblaciones se mantiene generalmente cuando están desarrollándose en diferentes ambientes, e incluso es de esperar que aumenten con el tiempo (Eriksson *et al.* 1993).

Un ejemplo típico de una población conservada capaz de experimentar procesos evolutivos es un área protegida en un bosque natural. En un área protegida, la especie ocupa su hábitat natural (se dice que está conservada *in situ*), normalmente con una amplia variedad de otras especies. La selección natural para capacidad general está relacionada por tanto en gran parte con la competencia entre especies, y también con la adaptación, dentro de la especie, a las condiciones ambientales actuales y futuras. No obstante, la conservación evolutiva puede tener lugar también en un rodal plantado, si se deja que actúe la selección

natural y si los árboles plantados se regeneran mediante semilla en lugar de hacerlo por técnicas vegetativas, para la próxima generación. En tales programas, las plantaciones se establecerán y ordenarán preferentemente de forma que se imiten los procesos naturales que servirán de apoyo a la selección natural. Obviamente, en la mayoría de las situaciones, la mezcla de especies (si existe) es en gran parte artificial y las fuerzas selectivas pueden favorecer por tanto a genes diferentes de los que serían en el caso de una verdadera

## Cuadro 2.3 Ejemplos de algunos factores que influyen en el éxito de los programas de conservación *in situ* para especies arbóreas elegidas, a distintas escalas

Factor	Condiciones favorables	Inconvenientes
Condiciones de regeneración	Medio ambiente poco alterado o fácil de ordenar para permitir una regeneración continuada de las especies arbórea elegidas	Dificultad de regeneración natural debido a un ambiente alterado, p.ej. cambio climático, regímenes alterados por inundación, aumento de la salinización, malezas introducidas y presión de pastoreo
Potencial para hibridación	Especies arbóreas comunes o abundantes con mecanismos eficaces para reducir al mínimo la hibridación interespecífica	Especies arbóreas poco comunes con propensión para hibridarse con especies afines. Especies arbóreas sexualmente compatibles, introducidas en un ambiente cercano
Grado de interdependencia con otros componentes del ecosistema, en cuanto a reproducción y dispersión	Área de suficiente dimensión y diversidad para sostener polinizadores especializados y animales dispersores de la semilla	Superficie pequeña o fragmentada y poco capaz de sostener elementos faunísticos independientes a largo plazo (o animal ya desaparecido)
Estado de las poblaciones remanentes de especies arbóreas	Poblaciones viables, aún existentes, que representan el ámbito de variación genética actual de la especie, y que se pueden ordenar y conservar	Poblaciones clave que han llegado a estar muy fragmentadas o se han aproximado o caído por debajo del tamaño mínimo de población viable
Tipo y nivel de amenazas	Las amenazas a la supervivencia de las poblaciones se pueden identificar y reducir al mínimo mediante planificación e intervención de manejo	Poblaciones genéticamente únicas tienen el riesgo de amenazas difíciles de controlar, p.ej. nuevas plagas o enfermedades, o invasiones
Valor económico y utilización por poblaciones locales	Las especies arbóreas son utilizadas de forma sostenible o no destructiva por poblaciones humanas locales, y se valoran localmente como un recurso económico o de otro carácter	Especies que tienen poco valor económico directo o indirecto para la población local o el propietario del suelo o la autoridad de manejo (esto es, especies que son recursos genéticos valiosos fuera de su ámbito natural)
Uso del suelo y presiones de la población humana	La especie o el ecosistema vegetan en áreas con presión humana limitada	Las poblaciones de árboles se encuentran en áreas de fuerte presión sobre los recursos de tierras (p.ej. alta densidad de población; buenos terrenos agrícolas)
Tenencia de la tierra	Tenencia de la tierra, segura y bien definida	Tenencia de la tierra sin resolver y en conflicto
Capacidad de las autoridades pertinentes para ordenar y proteger los rodales designados	Los organismos de protección son competentes y están bien dotados de recursos y capaces de ordenar y proteger eficazmente las áreas de bosque bajo su control	Personal de los organismos de protección mal preparado y dotado de recursos, e incapaz de ordenar y proteger eficazmente los terrenos de bosque
Factores políticos y sociales	La situación política es estable	Guerra o crisis civil

conservación artificial *in situ*. Sin embargo, esto refleja el hecho de que la selección y la capacidad dependen siempre del grado de influencia humana en cualquier ecosistema. La selección direccional en favor de caracteres comerciales -incluyendo caracteres como la buena forma del tronco o la facilidad de establecimiento en plantaciones- se evita normalmente en programas estrictos de conservación evolutiva, pero esto, naturalmente depende, de nuevo de los objetivos locales del programa.

En resumen, varios factores influirán en el éxito y la conveniencia relativa de un método de conservación *in situ* (véase el Cuadro 2.3).

Como ya se ha mencionado una característica clave de la conservación *in situ* es su naturaleza dinámica y la disposición para una evolución continuada de las especies elegidas. Sin embargo, la conservación *in situ* implica también evitar unas tasas rápidas de erosión genética y un fuerte cambio direccional de la composición genética de las poblaciones (FAO 1993).

### **Recuadro 2.3 Conservación del *Eucalyptus benthamii*: una especie de eucalipto amenazada del este de Australia**

Este estudio de caso ilustra sobre la naturaleza complementaria de los métodos de conservación *in situ* y *ex situ* y de una estrategia para reconstruir los recursos genéticos de una población que ha llegado a fragmentarse y agotarse en cuanto a su número.

El *Eucalyptus benthamii* es un árbol alto (30-45 m.) de distribución restringida sobre llanos fértiles fluviales en Nueva Gales del Sur, Australia. La especie se ha comportado muy bien en ensayos de campo en Argentina, Chile, Uruguay, Sudáfrica y Australia (Mendoza 1983; Lehane 1994; Darrow 1995). Crece rápidamente y ha demostrado su capacidad para desarrollarse en estaciones diversas, incluyendo las sometidas a heladas y estrés de sequía. Hay un interés considerable en Sudáfrica y en parte de Sudamérica por desarrollar plantaciones de esta especie para pulpa de madera.

#### **Distribución natural y amenazas**

El hábitat original del *E. benthamii* fue el suroeste de Sidney en los llanos del río Nepean y sus afluentes. La especie se regenera naturalmente en áreas de suelo perturbado, resultantes de grandes inundaciones. Desde la llegada de los europeos, la mayor parte de su hábitat se ha desmontado para agricultura o ha quedado sumergida bajo las aguas de la Presa de Warragamba (Benson 1985). La especie se encuentra actualmente en dos áreas de la cuenca del Río Hawkesbury-Nepean.

El mayor rodal, de unos 2.000 árboles, está situado en el Valle de Kedumba, parcialmente dentro del Parque Nacional de las Montañas Azules. Esta zona forma parte de la cuenca hidrográfica de Sydney, donde el aumento de la demanda futura de agua y la posibilidad consiguiente de inundación, plantean una importante amenaza a esta población.

El menor rodal lo componen árboles remanentes esparcidos a lo largo del río Nepean, incluyendo alrededor de 100 individuos protegidos, en la Reserva Recreativa Estatal de la Cuenca del Bent. En otras partes, los ejemplares maduros se están perdiendo gradualmente debido a inundaciones, envejecimiento, invasión urbana y desarrollo agrícola. La viabilidad a largo plazo de estos rodales está amenazada por la falta de regeneración debida a la escasa y errática producción de semilla y a la modificación ambiental, especialmente el aumento de los niveles de nutrientes en el suelo y la correspondiente proliferación de malezas introducidas.

*continúa*

### Medidas de conservación

El Centro Australiano de Semillas Forestales, CSIRO Forestry and Forest Products, ha trabajado activamente en la conservación y evaluación de los recursos genéticos de *E. benthamii*. La estrategia de conservación se basa en métodos tanto *ex situ* como *in situ*.

La conservación *ex situ* y la evaluación de actividades, incluyen:

- La recolección de semillas procedentes de unos 100 árboles de todo el ámbito natural de la especie, con muestras de semillas almacenadas a largo plazo (En cuartos fríos de conservación).
- Establecimiento de rodales de conservación genética, y huertos semilleros de brinzales en el Territorio de la Capital Australiana (ACT) en Kowen, para la población de Kedumba (basada en 53 familias) y para la población Camden–Wallacia en Yarralumla (basada en 25 familias). Éste es un proyecto en colaboración con el Departamento de Bosques de ACT.
- Establecimiento de huertos semilleros de brinzales, en tres localidades cerca de Deniliquin, Nueva Gales del Sur. Cada huerto se basa en 67–74 familias. El desarrollo de los huertos semilleros reducirá las presiones sobre las poblaciones nativas por la recolección de semilla comercial.
- Colaboración con las autoridades locales para conseguir que se utilice extensamente el *E. benthamii* en plantaciones decorativas en nuevos desarrollos urbanos de áreas vecinas, cerca de Camden.
- Suministro de semillas de familias individuales a Sudáfrica y Uruguay, para ensayos de progenies.



*Eucalyptus benthamii* en su hábitat natural en Kedumba, Nueva Gales del Sur, Australia. (Craig Gardiner/CSIRO)

Las actividades de CSIRO relacionadas con la conservación *in situ* han incluido:

- Presentaciones realizadas en el Departamento de Abastecimiento de Agua de Sidney sobre los efectos de la elevación del nivel de la presa de Warragamba (incluyendo un informe sobre los estudios de CSIRO sobre la tolerancia de la especie a la inundación).
- Una campaña de información para mejorar el conocimiento de los propietarios de tierras sobre la importancia de los árboles remanentes de *E. benthamii* en terrenos privados.
- La semilla procedente del rodal de conservación genética de Camden–Wallacia se va a utilizar para aumentar la producción de brinzales para la replantación en partes de su antiguo ámbito natural, a fin de aumentar la viabilidad y la integridad genética de esta población. El producto químico paclobutrozol se va a utilizar en el rodal de la conservación para contener el desarrollo en altura y promover una floración precoz y la producción correspondiente de semilla.

Muchos de los árboles naturales a lo largo del río Nepean están aislados o se dan en grupos esparcidos de 1 a 6 árboles madre, y en consecuencia, hay una oportunidad limitada

*continúa*

para el flujo de genes. El rodal de conservación genética se ha diseñado para conseguir el máximo cruzamiento lejano y reducir por tanto la endogamia que probablemente se está produciendo. El número de árboles padre representados en el rodal de conservación de Camden–Wallacia se va a incrementar con el tiempo mediante el uso de las técnicas de injertado y corta para propagar árboles aislados que no parecen estar produciendo semilla, debido probablemente a autopolinización y autoincompatibilidad.

Intervenciones adicionales específicas de manejo, necesarias para regenerar y proteger los rodales nativos del río Nepean incluyen:

- El fomento de la regeneración de brinzales mediante la alteración de la superficie del suelo junto con la eliminación de especies de malezas exóticas.
- La protección contra el fuego de los brinzales y los árboles del tamaño de postes hasta que tengan por lo menos 40 años de edad. Esto incluye la extracción periódica de residuos de inundación alrededor de la base de cada árbol, para disminuir los daños de incendios.

(Basado en la información proporcionada por C. Gardiner,  
Centro Australiano de Semillas de Árboles,  
CSIRO Forestry and Forest Products, Canberra, Australia)

La conservación *in situ*, efectiva y eficiente, requiere una base importante de conocimientos (véase Capítulo 4). En particular, se necesita información sobre factores tales como:

- variación genética de las especies y cómo está organizada esta variación en el espacio y en el tiempo en las poblaciones y entre ellas
- dinámica de las especies en ecosistemas naturales, como las capacidades reproductivas y de regeneración de las especies de interés, posible competencia interespecífica u otros procesos implicados en la producción y mantenimiento de la variación.

No obstante, en la inmensa mayoría de los casos, dadas las tecnologías actuales y los recursos disponibles, no es factible seguir directamente la variación genética en una especie arbórea determinada en una extensión concreta. Para un futuro previsible, el seguimiento de la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales tendrá que centrarse en estudios básicos de demografía de las poblaciones, para determinar, por ejemplo, que se están manteniendo tamaños adecuados de población mediante regeneración, y también con algunos procesos clave, como la polinización y la dispersión de la semilla.

### 2.4.3 Conservación evolutiva con uso

La conservación evolutiva trata de mantener los procesos genéticos siendo conveniente, por ello, estudiar qué clase de resultados evolutivos se pretende conseguir con los procesos selectivos. Un objetivo podría ser apoyar la adaptación natural continuada a los cambios ambientales, ya sea mediante utilización o previendo las condiciones futuras para la vegetación. Esto es posible y ha tenido lugar por ejemplo durante la conservación *in situ* de especies en terrenos muy importantes de parques ordenados de África occidental (véase Boffa 2000). Un aumento de esta presión de selección ocasionada por seres humanos y por fuerzas naturales, tiene lugar cuando se incrementa la selección de caracteres importantes por razones de utilización y por un sistema de plantaciones más domesticado. Esto se convierte entonces, esencialmente, en un programa de conservación genética *ex situ*, como parte de un programa bien diseñado de mejora de árboles (véase Volumen 3, Capítulo 4).

## 2.5 Niveles de uso y sus efectos sobre los objetivos de conservación genética

Como se indicó anteriormente, la conservación de un recurso genético puede establecerse dentro del contexto de su posible utilización y su valor percibido. Una cuestión clave es, naturalmente, en qué medida la utilización y la conservación se apoyan entre sí o actúan en direcciones opuestas (Kjær y Nathan 2000). En términos muy generales, se pueden distinguir tres opciones, dependiendo del grado de integración de la conservación y la utilización (véase el Cuadro 2.4). Las tres estrategias básicas se tratan a continuación con mayor detalle.

### **a. Áreas estrictamente protegidas (Cuadro 2.4)**

La estrategia **sin intervención** se basa en la idea de que la influencia humana debe ser lo más limitada posible. Sin embargo desde un punto de vista práctico, esta estrategia es frecuentemente difícil de aplicar, por lo menos por dos razones (Kjær y Nathan 2000):

- En primer lugar, las redes existentes de áreas conservadas raramente sirven de muestra de la diversidad genética de las especies arbóreas, de una manera sistemática o genéticamente representativa. Un ejemplo es la conservación *in situ* de recursos genéticos forestales en áreas protegidas de Tailandia (véase Volumen 2, Recuadro 4.2).
- En segundo lugar, la estrategia de no intervención funciona bien únicamente en áreas cuyo estado de conservación es ya elevado, generalmente en lugares con baja densidad de población y donde no hay fuertes intereses económicos involucrados. El establecimiento de áreas estrictamente protegidas en zonas con una alta presión demográfica es, con frecuencia, muy difícil.

### **b. Uso sostenible (Cuadro 2.4)**

Una alternativa al establecimiento de áreas estrictamente protegidas consiste en permitir el uso de un área dada de conservación, para reducirlo a un nivel en que no se degrade el recurso genético. En este sentido, la idea del uso sostenible procede del hecho de que el recurso genético se conserva *in situ*, pero con niveles de uso que mantienen aún la integridad genética de la población. Puede ser aceptable, por ejemplo: recoger frutos de los árboles en el área de conservación, pero no en tal cuantía que no quede semilla para la regeneración natural, también es correcto cortar árboles sin llegar a extraer todos los árboles rectos, y así sucesivamente.

La estrategia de uso sostenible puede aplicarse a las especies elegidas (especies prioritarias en el esfuerzo de conservación) o especies asociadas. En ambos casos, el efecto sobre el estado de conservación debe considerarse cuidadosamente (véase el análisis que sigue). El modelo de uso sostenible de las especies elegidas puede ilustrarse con un ejemplo de Burkina Faso (véase el Recuadro 2.4).

La principal ventaja del modelo de uso sostenible es que si se reduce la presión en un área o especie determinada, mediante un uso limitado, puede dar como resultado la recuperación a largo plazo del recurso natural, lo que mejora las opciones para su uso futuro. De esta forma, el proceso puede convertirse en su propio refuerzo, porque el aumento de la disponibilidad de un recurso determinado, hace más fácil el aprovechamiento sostenible. Además, esta estrategia tiene la ventaja de que no impide a la población local el acceso a importantes recursos naturales. Un plan de conservación puede realmente proporcionar beneficios adicionales a la población local, por ejemplo, en legalizar la utilización de un recurso determinado. Tal estrategia puede basarse de este modo en una auténtica asociación con la población local.

Por ejemplo, tal como se muestra en el Recuadro 5.2, hay pruebas evidentes para suponer que se puede obtener fácilmente la resina del *Pinus merkusii*, de forma no

## Cuadro 2.4 Tres estrategias de la conservación basadas en diferentes niveles de integración con uso

Grado de integración y uso	Principales problemas	Estrategia
a. Áreas estrictamente protegidas (sin intervención)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal genético natural en peligro</li> <li>• Los recursos naturales se mantienen y los procesos genéticos no son perturbados por influencia humana</li> <li>• Puede ser necesario compensar a la población rural</li> </ul>	Protección completa (véase el Volumen 2, Capítulo 4)
b. Uso sostenible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal genético natural amenazado</li> <li>• El recurso genético no se erosiona (el recurso se recupera) y las opciones de “aprovechamiento” mejoran porque los recursos se recuperan</li> </ul>	Aprovechamiento/protección sostenible (véase Volumen 1, Capítulo 3)
c. Uso incrementado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal genético natural de especies valiosas, en peligro</li> <li>• El germoplasma se distribuye y utiliza extensamente</li> <li>• El estado de protección aumenta y aumentan los aprovechamientos</li> </ul>	Uso incrementado mediante plantaciones de conservación <i>ex situ</i> y domesticación (mejora de árboles) (véase Volumen 3, Capítulo 4, 5)

(a) Se evita el uso, (b) se limita el uso con un nivel sostenible, (c) se aumenta el uso

Fuente: Kjær y Nathan 2000

destructora, en el área de conservación de Kong Chiam, al norte de Tailandia. Los usuarios locales de tal área, estarían naturalmente interesados en la legalización de las actividades de resinación y en el mantenimiento de los árboles, porque éste es un requisito indispensable para mantener sus ingresos, procedentes del aprovechamiento de la resina.

Desde el punto de vista genético, será un desafío encontrar modelos de uso que no erosionen el recurso genético. Las intervenciones humanas pueden afectar a los recursos y procesos genéticos de muchas formas, por lo que hay que considerar también las posibles consecuencias para la conservación de los recursos genéticos, en estos niveles (véase por ejemplo Namkoong *et al.* 1997). Hay ecosistemas complejos cuyas especies arbóreas dependen de animales específicos para la polinización o de condiciones ecológicas muy específicas (véase por ejemplo Bawa 1994; Lillesø 1996). Estas relaciones con frecuencia no son bien conocidas, y la intervención humana puede tener por lo tanto efectos graves e imprevisibles sobre la viabilidad a largo plazo de la población. En tales casos será complicado encontrar un nivel de uso sostenible.

La conservación mediante una estrategia de uso sostenible, es bien sencilla en un ambiente social en que los sistemas de tenencia y los derechos de los usuarios están bien definidos, aunque, incluso en estas situaciones, habrá que tratar con cuidado una serie de problemas técnicos y sociales. Un “experto en conservación” encontrará con frecuencia más sencillo recomendar una estrategia de no intervención que una de uso sostenible. No obstante, un método combinado de uso y conservación, puede dar resultados de conservación mucho mejores que uno de no intervención.

## Recuadro 2.4 *La Acacia senegal* (L.) Willd. en la región del Sahel de África

La *Acacia senegal* es una especie muy importante para la población de la región del Sahel, que entre otras muchas cosas, la utilizan para extraer la goma arábiga. Danida apoya un programa integrado de conservación y de obtención de semillas de este árbol en Burkina Faso, con base en el Centro Nacional de Semillas Forestales (CSFD). La conservación de los recursos genéticos de la *A. senegal* es un componente de este proyecto (véase, por ejemplo, Jensen 2000). El Centro de Semillas Forestales de Danida (CSFD) ha ayudado al CNSF en el desarrollo de un plan de conservación, que está en ejecución.

El plan está basado en una evaluación de las necesidades de conservación en base al estado de distribución y conservación de las muchas poblaciones de la especie en todo Burkina Faso (Nikiema et al. 1997). Se han determinado una serie de rodales como objetivos potenciales de conservación. El manejo de estos rodales se llevará a cabo bajo un proyecto de “manejo forestal conjunto”, en el que los rodales son ordenados por aldeanos locales y el CNSF, para atender usos locales (cf. Sección 2.2) y también con fines de conservación. Las obligaciones y la participación en los beneficios entre las aldeas y el CNSF están establecidas en acuerdos escritos, siguiendo una modalidad desarrollada por el proyecto, teniendo en cuenta las variaciones locales en los sistemas de tenencia de la tierra y derechos de uso (Lund 1999). Hasta ahora, la experiencia de Burkina Faso ha demostrado que las comunidades locales están muy interesadas en este tipo de colaboración, en el que existe un claro beneficio para ellas, tanto a corto como a largo plazo (Tapsoba y Ky 1999). Por tanto, se consideran muy prometedoras las perspectivas para la conservación de los recursos genéticos, siguiendo este método.



*Rodal natural de Acacia senegal en Tamasgo, cerca de Kaya, en Burkina Faso. (Lars Graudal/CFSD)*



*Aprovechamiento de goma arábiga, cerca de Jebel Dali, Sudán. (Lars Graudal/DFSC, 1986)*

### **c. Uso incrementado (Cuadro 2.4)**

Las especies arbóreas con frecuencia llegan a hacerse raras y a estar en peligro a causa de la fuerte demanda. Esto se debe a que proporcionan productos valiosos como maderas muy apreciadas o productos no maderables. En tales casos, podría considerarse esta tercera estrategia, que implica el aumento del grado de intervención humana para especies arbóreas en peligro, ecológicas o comerciales, en lugar de reducirlo.

El uso incrementado de los recursos genéticos como en el caso de plantaciones en áreas forestales, cuencas hidrográficas y áreas degradadas y en fincas agrícolas, puede ser una forma muy eficaz de proteger valiosos recursos genéticos. La idea consiste en que el cultivo de una especie arbórea valiosa que está en peligro, puede traducirse en la multiplicación y distribución de su germoplasma. Además, cuando una especie de baja densidad se convierte en común como resultado de su plantación, cuyos productos pueden aprovecharse, la presión sobre las poblaciones naturales puede disminuir. Esta estrategia tiene también el beneficio de que el cultivo de especies amenazadas de gran valor, proporciona realmente beneficios para atender las necesidades de la población local, en cuanto a productos y servicios forestales o a ingresos dinerarios procedentes de la venta de productos forestales (véase el Recuadro 2.5).

Hay un gran número de especies arbóreas valiosas, pero no se plantan en la actualidad. Más de 200 especies importantes han sido identificadas sólo en Vietnam (FSIV 1996), la mayoría de las cuales no se plantan actualmente. Sin embargo, muchos de los inconvenientes que limitan su uso son de naturaleza técnica y el salvarlos puede ser, por tanto, una clave para el uso sostenible y la conservación de estas especies.

Algunas veces no se plantan árboles valiosos debido a la falta de acceso al germoplasma o a problemas de recolección y manipulación de la semilla. Como se mencionó anteriormente,

## Recuadro 2.5 *Prunus africana* en África

El *Prunus africana* es una especie arbórea nativa en zonas de montaña de África. De su corteza se extrae un medicamento utilizado para el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna. La corteza se suele utilizar mediante la corta de árboles en rodales naturales, lo que ha motivado la explotación excesiva de esta especie, que está catalogada en el apéndice II de CITES que regula el comercio de especies en peligro, debiendo estar sujeto a autorización todo el comercio internacional.

El Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación ha catalogado esta especie como vulnerable, a nivel de especie, pero la diversidad genética, dentro de ésta, probablemente está siendo también afectada negativamente.

El Centro Agroforestal Mundial (ICRAF) ha analizado las opciones para la conservación de los recursos genéticos de *Prunus africana* (véase por ejemplo Dawson y Were 1999). Estos científicos encontraron que la especie es bastante fácil de cultivar en fincas agrícolas y que la corteza de los árboles plantados se puede extraer de forma no destructiva. El cultivo de *P. africana* ofrece un potencial de generación de ingresos para los agricultores (el valor del comercio mundial de *P. africana* es aproximadamente de 220 millones \$EUA/año, Dawson y Were 1999). Al propio tiempo, el cultivo de esta especie, en fincas agrícolas será un modo eficaz de proteger su diversidad genética y también de reducir la presión sobre las pocas poblaciones naturales remanentes.



*Rodal de producción de semilla de Prunus africana en Muguga, Kenia. El maíz y los frijoles crecen entre los árboles sólo durante el primer año después de su establecimiento.*  
(Kirsten Thomsen/DFSC)

muchas especies tropicales tienen semillas recalcitrantes, lo que significa que se debe manipular la semilla con cuidado y es muy difícil almacenarla. Frecuentemente, la capacidad de germinación se pierde en pocos días (Schmidt 2000). Un ejemplo de un proyecto que ha intentado resolver este tipo de problemas es el Programa de Semillas de Árboles de Indochina (ITSP), apoyado por Danida (véase el Recuadro 2.6).

## Recuadro 2.6 Conservación y uso de especies de *Dalbergia* en Indochina

El Programa de Semillas de Árboles de Indochina (ITSP) colabora con el Departamento Forestal de la República Democrática Popular de Laos en la identificación de especies indígenas prioritarias, a fin de incluirlas en los programas de plantación. La *Dalbergia cochinchinensis* es una de tales especies prioritarias que se encuentra en la región de Indochina. Al igual que sucede con otras especies de *Dalbergia*, la madera es muy valiosa (Soerianegara y Lemmens 1994), y ha estado sujeta a aprovechamientos muy intensivos. En Vietnam, la *D. cochinchinensis* ha estado expuesta a fuertes tasas de explotación y está considerada como especie amenazada. En Tailandia, la presión sobre la especie ha sido motivo de preocupación, habiendo sido designada de máxima prioridad por el Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales (FAO 1999), estando clasificada como vulnerable por el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación.

Durante mucho tiempo se ha supuesto generalmente que los árboles de *D. cochinchinensis* crecen lentamente cuando se cultivan. Por esta razón, no ha sido incluido en los programas de plantación. No obstante, en una parcela demostrativa en Laos se ha comprobado que puede crecer con bastante rapidez si se cultiva en condiciones adecuadas (STRAP 1995). La producción potencial de esta especie se estima que alcanza los 400 m<sup>3</sup>/ha. con un turno de 50 años, y con buenos tratamientos selvícolas.

La madera es sumamente valiosa y el valor producido por hectárea excede en mucho al valor producido, por ejemplo, por eucaliptos de crecimiento rápido o *Acacia mangium*. La plantación de *D. cochinchinensis*, como alternativa a los *Eucalyptus* que se plantan frecuentemente, puede proporcionar mayores ingresos y proteger el recurso genético de la especie. A fin de proporcionar acceso al germoplasma, ITSP apoya la identificación de buenas fuentes de semilla y da ayuda a las colecciones de semilla genéticamente amplias procedentes de plantaciones naturales, en colaboración con las autoridades provinciales. Está programado utilizar parte de la semilla para plantaciones, que pueden servir más adelante como fuentes de semilla para el aprovisionamiento de semilla comercial (Thomsen 2000). Tales plantaciones pueden constituir la base para la domesticación futura de la especie en grandes partes de Laos, y por ello es muy importante que en esta etapa inicial las semillas no se recojan sólo de unos pocos árboles. Además, es importante mejorar el conocimiento en general sobre el hecho de que especies actualmente en peligro, como la *D. cochinchinensis*, pueden dar con frecuencia valores muy superiores que las especies que se plantan actualmente. La producción anual con un valor de 5.000 a 7.000 \$EUA/ha. suele ser realista, lo que representa de 5 a 20 veces más que la obtenida con el cultivo de pinos o eucaliptos en estaciones similares



*Rodal de 16 años de Dalbergia cochinchinensis en Laos, nunca aclarado y que probablemente no va a alcanzar la producción potencial. (Iida Theilade/DFSC)*

(Graudal y Kjær 2000)

El modelo de uso incrementado puede ser también eficaz para especies arbóreas que contienen productos menos valiosos, pero que son adecuadas para utilizarlas en programas de plantación relacionados con programas de restauración de tierras o de manejo de cuencas. Las especies locales pueden ser apropiadas para tales fines, porque están adaptadas a las condiciones locales y pueden, por lo tanto, tener menor riesgo de daños producidos por sucesos bióticos o abióticos de carácter local, siempre que se planten, se cuiden y ordenen apropiadamente. Además estas especies serán con frecuencia apropiadas para plantaciones de especies mezcladas cuya manejo futuro puede ser mínimo.

El uso incrementado mediante domesticación incluye una serie de procesos que pueden tener varias consecuencias para la diversidad genética. En primer lugar, durante la recolección de semilla, la producción de semilla, el cultivo en vivero, la plantación, los tratamientos silvícolas y los aprovechamientos, se produce una selección al azar y también una selección intencionada (El-Kassaby y Namkoong 1995). En segundo término, las semillas y los árboles se pueden transportar por zonas ecológicamente diferentes, con mayores riesgos de falta de adaptación y de contaminación genética de los recursos nativos. Este problema, que no suele considerarse en los programas de plantación, no garantiza la protección de los recursos genéticos, a menos que existan y se apliquen unos sólidos principios genéticos. Sin embargo, si se tienen en cuenta las consideraciones genéticas, se puede proteger eficazmente la diversidad genética dentro de plantaciones domesticadas (cf. Namkoong 1984a).

Tan pronto como la población rural se implique en los programas de plantación, habrá que considerar una serie de problemas adicionales (que en gran parte no son de naturaleza genética):

- Primero y sobre todo, hay que dar la oportunidad a la población rural de identificar sus propias necesidades, y los programas de plantación deben responder a ellas. Esto es importante tanto para los objetivos de conservación como para los del “desarrollo de la población”.
- La introducción de nuevos cultivos no debe significar que la población rural corra riesgos económicos que pondrían en peligro su sostenimiento. Los experimentos de domesticación pueden ser costosos, y no todas las especies resultan ser adecuadas para plantaciones; el mercado puede ser dudoso para los nuevos tipos de productos; y se puede tardar de 25 a 30 años antes de poder aprovechar productos valiosos madereros o no madereros.
- El programa debe organizarse de tal modo que se garantice a la población rural el acceso a material de plantación de alta calidad de las especies amenazadas, adaptado a sus localidades. Un análisis completo sobre el papel de la población local y los aspectos institucionales, se presenta en los Capítulos 3 y 5.

## 2.6 Resumen

Normalmente, es necesario desarrollar una estrategia de conservación, caso por caso. Esta estrategia debe orientarse a los problemas importantes, teniendo en cuenta la información disponible, identificar las opciones potenciales para las distintas acciones y ser factible operativamente. Debe constituir la base para que las actividades de campo puedan llevar a soluciones sostenibles a largo plazo. Sin embargo, al propio tiempo, debe ser suficientemente flexible para adaptarse a unas condiciones continuamente cambiantes. No obstante, pueden ser aplicables algunas consideraciones de carácter general:

- Definir claramente los objetivos, analizar el problema, evaluar la importancia (prioridad) y la biología de las especies consideradas (véase la Sección 2.3).

- La conservación evolutiva suele ser preferible a la conservación estática (véase la Sección 2.4).
- La conservación *in vitro* raramente es útil o económicamente viable para la conservación de los recursos genéticos forestales. No obstante, en casos singulares puede ser apropiada para la conservación de especies con problemas de almacenaje de la semilla.
- Los bancos semilleros son en general útiles únicamente para la conservación a corto plazo de recursos genéticos forestales, pero pueden desempeñar un importante papel a este respecto.
- La combinación de la conservación con un cierto nivel de uso es con frecuencia una opción valiosa:
  - En áreas con baja presión de población, donde las amenazas se deben al “aprovechamiento maderero”, es importante identificar áreas no aprovechadas o con “aprovechamientos de bajo impacto” mientras se muestrea la variación genética a través del ámbito de la especie. En algunos casos, pueden ser suficientes unos mejores sistemas de manejo. Cuando el problema está relacionado sobre todo con la fuerte presión demográfica, el dotar de autoridad a las comunidades locales, y los programas de concienciación y las asociaciones, son extraordinariamente importantes en relación con la conservación *in situ* (véase el Recuadro 2.4).
  - La conservación *ex situ* puede ser de especial valor si sirve de base para aumentar y mejorar el uso de germoplasma con acceso limitado (véase la Sección 2.5 y el Volumen 3).
  - La restauración de tierras y el establecimiento de zonas de amortiguación pueden brindar buenas oportunidades para enlazar los programas *in situ* y *ex situ*, y para la domesticación.

# PLANIFICACIÓN NACIONAL



por Lars Graudal, Alvin Yanchuk y Erik Kjær

## 3.1 Introducción

El desarrollo de una estrategia nacional para la conservación de los recursos genéticos forestales es una forma importante de definir y conseguir unos mecanismos institucionales apropiados para su ejecución. La estrategia nacional debe proporcionar también directrices generales para la planificación y ejecución de medidas de conservación y opciones de conservación (*in situ* y *ex situ* en el espacio y en el tiempo) para lograr los objetivos del programa.

La planificación para la conservación de los recursos genéticos forestales incluye la siguiente secuencia lógica de actividades:

- Establecimiento de prioridades generales mediante la identificación de los recursos genéticos que tienen prioridad, normalmente, en primer lugar, a nivel de especies. Esto debe basarse en el valor socioeconómico actual o potencial de las especies y su estado de conservación en niveles importantes del ecosistema.
- Determinación o deducción de la estructura genética general de las especies prioritarias: por ejemplo, si son ecotípicas o clinales.
- Evaluación del nivel actual de protección de las especies elegidas y sus poblaciones.
- Identificación de las necesidades o prioridades específicas de conservación, normalmente a nivel de población para especies individuales y a nivel de ecosistema para grupos de especies: esto incluye la identificación de la distribución geográfica y del número de poblaciones a conservar.
- Elección de las estrategias de conservación o identificación de las medidas de conservación: opciones biológicas y económicas.
- Organización y planificación de actividades específicas de conservación.
- Provisión y desarrollo de directrices de manejo.

El establecimiento de prioridades se refiere a los objetivos generales de por qué y para quién deben conservarse los recursos genéticos. Una herramienta importante en el establecimiento de prioridades es el sistema para la toma de decisiones. Se han desarrollado y utilizado muchas metodologías para el establecimiento de prioridades (véase Palmberg-Lerche 2000), que se exponen en parte en la Sección 3.3, pero es fundamental que los criterios empleados sean importantes y reflejen las condiciones locales.

También es importante comprender que el proceso de formulación de una estrategia es reiterativo y que la propia estrategia debe ser flexible. La escala y complejidad de los datos necesarios para cumplir los objetivos nacionales de conservación y uso son tales, que se requiere una coordinación y formulación en un punto central nacional. Esto es necesario para facilitar la recolección y tratamiento de los datos para ayudar en la planificación y ejecución de los programas de conservación de los recursos genéticos forestales, por los diferentes socios, a nivel local, regional, nacional e internacional. Diferentes combinaciones de prioridades, beneficiarios y socios interesados, pueden requerir diferentes modalidades para la planificación y ejecución. La estrategia debe identificar tales diferentes combinaciones y sugerir, en consecuencia, las disposiciones apropiadas de ejecución.

La Sección 3.2 contiene algunas consideraciones estratégicas de carácter general relativas a la identificación de instituciones o grupos apropiados que deben implicarse en los programas nacionales de conservación de recursos genéticos. Las Secciones 3.3 a 3.9 dan algunas explicaciones más detalladas sobre muchos de los puntos antes enumerados. La Sección final del capítulo (3.10) contiene un resumen de las recomendaciones y de las directrices generales relativas al desarrollo de los programas nacionales de conservación genética. Una descripción más detallada de estos pasos puede encontrarse en Graudal *et al.* (1997).

## **3.2 Identificación de modalidades apropiadas de ejecución a nivel nacional: consideraciones estratégicas**

### **3.2.1 Objetivos y organización**

Los beneficios derivados del uso de material genético apropiado en silvicultura, afectan a muchas partes de la sociedad. Áreas donde existen recursos genéticos de interés común pueden ser propiedad y ser usadas por diferentes individuos, comunidades u organizaciones públicas. Los intereses implicados en los recursos genéticos forestales son generalmente muy numerosos y la organización de las iniciativas de conservación pueden ser por tanto complejas.

Además, la distribución de especies y ecosistemas no respetan las fronteras nacionales, pudiendo haberse desarrollado ecotipos locales mediante el uso y domesticación fuera del área de distribución natural de una especie. La conservación de recursos genéticos en un país puede ser con frecuencia beneficiosa para otros países donde se cultiva actualmente la especie o puede tener potencial para el futuro. Por ello, son convenientes las redes internacionales de conservación y la eficacia de los programas nacionales puede, en general, mejorarse considerablemente a través de tal colaboración internacional. No obstante, desde un punto de vista práctico, es necesario desarrollar un método nacional, como base para la colaboración internacional. Esto se analiza con más detalle en el Capítulo 6.

Una cuestión importante a considerar al planificar la conservación de los recursos genéticos se refiere a las organizaciones nacionales que están disponibles para realizar los trabajos necesarios. En primer lugar, pueden existir ya diferentes organismos públicos, unidades y órganos administrativos interesados en el manejo e investigación de recursos, por ejemplo, un centro de semillas forestales, un servicio forestal, un instituto de investigación forestal, un servicio de parques nacionales, un servicio de extensión agrícola- que tendrán probablemente que desempeñar un papel administrativo muy importante. En segundo término, intereses del sector privado, ya sean comerciales, de subsistencia o sin ánimo de lucro, pueden estar también presentes, particularmente donde funcionan ya otros programas de conservación, reforestación o forestación. Estos tipos de estructuras organizativas existentes tendrán que desempeñar normalmente importantes funciones.

La planificación debe considerar la distribución de tareas entre las unidades existentes, y determinar las necesidades de posibles nuevas unidades o estructuras cuando se precise. También es importante considerar la capacidad económica de los diferentes interesados en participar. Los aspectos participativos se tratan con detalle en el Capítulo 5 pero seguidamente se describen algunas consideraciones generales referentes a los beneficiarios y a la ejecución.

### **3.2.2 Beneficiarios y tipos de interés**

Los beneficiarios directos de la conservación de los recursos genéticos forestales son, naturalmente, el público en general, pero de forma más directa e inmediata los grupos e individuos implicados en el uso del bosque. Las autoridades gubernamentales, empresas

estatales, compañías privadas, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y agricultores individuales, son grupos que pueden representar, con frecuencia, diferentes tipos de interés:

- Los organismos y autoridades gubernamentales -por lo general, el Ministerio de Medio Ambiente o el de Agricultura y los Servicios Forestales- suelen representar normalmente los intereses a largo plazo en la conservación de los recursos genéticos y de la biodiversidad y en el mantenimiento de la cubierta vegetal para fines de protección ambiental.
- Las empresas estatales y las compañías privadas normalmente tienen un interés comercial directo en la mejora de la producción de madera, que es también de interés económico nacional (mediante la reducción de las necesidades de importación o la generación de puestos de trabajo en el sector forestal, por ejemplo).
- Las ONGs pueden tener intereses similares, pero además representan con frecuencia objetivos más idealistas de la conservación de la naturaleza, centrándose más en valores intrínsecos.
- Los intereses de los agricultores pueden ser comerciales o de subsistencia, en cuanto a leña, pequeñas maderas, forrajes, alimentos, refugio o protección ambiental.

### 3.2.3 Identificación de modalidades apropiadas de ejecución a nivel nacional

La conservación de los recursos genéticos requiere generalmente estructuras especializadas. Los requisitos específicos, en cuanto a infraestructura y personal, dependen de los tipos y cantidades de recursos genéticos a manejar, y la asignación de tareas entre los socios colaboradores. Cuando se considera la estructura organizativa, es importante comprender que las actividades esenciales de la conservación de los recursos genéticos se encontrarán en (1) la zona de contacto entre la investigación y la aplicación práctica; (2) el interés y el compromiso de la conservación nacional a largo plazo; y (3) los intereses más inmediatos, comerciales o de subsistencia.

El asignar la responsabilidad de la conservación a departamentos gubernamentales garantizará, en principio, la independencia respecto a los intereses comerciales. Sin embargo, es importante establecer unos vínculos estrechos con las organizaciones que obtienen y almacenan las semillas, ya sean del sector privado o del público. Análogamente, es importante mantener vínculos estrechos e integración con instituciones apropiadas de investigación (mejoramiento genético) ya sean privadas o públicas.

Los requisitos organizativos para la manipulación del material reproductivo difieren según las especies. En general, las colecciones representativas de especies importantes deben encomendarse a una autoridad nacional independiente. Esto no evita, sin embargo, que otras organizaciones contribuyan a la conservación de los recursos genéticos. La integración de la conservación y el uso es importante para cualquier programa que se desee que exista más allá del corto plazo. El concepto de integrar la conservación, el mejoramiento genético y el aprovisionamiento de semilla, es la base de una serie de programas nacionales de semillas forestales y mejoramiento.

La estructura de tales programas varía considerablemente entre estados y países, por lo que no es posible sugerir un solo modelo. Los principales puntos a tener en cuenta en relación con las áreas consideradas para conservación, son la propiedad y opciones relacionadas y los costos de administración y manejo. La propiedad puede influir tanto en las opciones como en los costos de conservación. Por ejemplo, en terrenos privados, los costos de oportunidad de la conservación *in situ* pueden ser prohibitivos si es rentable el uso alternativo del suelo. En algunos casos, la conservación de los recursos genéticos puede considerarse libre de costo adicional, si los recursos ya están protegidos para otros fines.

### **3.3 Establecimiento de prioridades en general: selección de especies a conservar**

El principal criterio para incluir especies en programas de conservación de recursos genéticos es su valor actual y su posible valor futuro. La identificación de recursos genéticos prioritarios es, por lo tanto, en principio, una consideración costo-beneficio. Teóricamente, los análisis costo-beneficio requieren la cuantificación de los valores relacionados con una especie o población determinada y los riesgos inherentes a los resultados de las diferentes opciones de manejo. Con mucha frecuencia, tal cuantificación no es posible, sobre todo cuando se considera el valor potencial.

Considerando los miles de especies arbóreas forestales y su distribución en un número aún mayor de poblaciones, los problemas cruciales en la planificación de la conservación genética son (1) cómo determinar mejor las especies a incluir y (2) cómo seleccionar las poblaciones a conservar. Hay diferentes criterios pero complementarios que pueden considerarse al establecer las prioridades:

- Importancia local actual, incluso si la especie contribuye en la actualidad sólo en pequeña cuantía a la economía (quizás porque son raras).
- Valor económico, como el de especies que pueden ser de gran importancia para la subsistencia de las poblaciones locales en áreas rurales.
- Consideraciones ecológicas y geográficas, como la situación en rodales normales (ya sean comunes o raros), ámbito geográfico (en uno o más países) y capacidad para la regeneración natural, por mencionar sólo algunos.
- El estado actual de conservación de la especie y sus poblaciones (véase la Sección 3.5) puede emplearse como un indicador para establecer prioridades. Por ejemplo, el nivel actual de protección en áreas protegidas (*in situ*), y en programas de mejoramiento genético o de investigación, debe formar parte del proceso de establecimiento de prioridades. Si el estado de conservación es bueno, puede haber poca necesidad de acciones adicionales.

Se han elaborado y descrito varios métodos más completos de establecimiento de prioridades (véase por ejemplo Franzel *et al.* 1996; Yanchuk y Lester 1996; Koshy *et al.* 2002), pero cualquier serie concreta de criterios que se eligen en última instancia para clasificar especies para actividades de conservación, tiene que considerar las condiciones y los factores locales. Los procesos de establecimiento de prioridades pueden considerar, como es lógico, factores como igualmente importantes o diferenciarlos, ponderando los criterios. Los resultados netos del análisis de prioridades y el sistema de ponderación utilizados deben tener un sentido lógico.

### **3.4 Evaluación de la variación genética: determinación o deducción de la estructura genética de las especies**

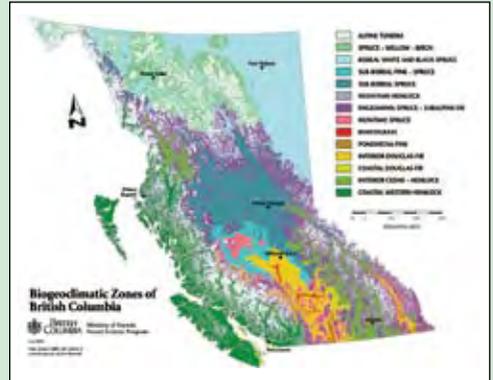
En la conservación de recursos genéticos, después de adoptar las decisiones a nivel de especies, es el nivel de población en el que estamos realmente interesados en conservar. En la práctica, tal como supone el término “conservación genética” los genes son el recurso que deseamos conservar, porque consideramos que todos los genes son potencialmente útiles. Sin embargo, en definitiva son la variación y los procesos genéticos que contribuyen al mantenimiento de tal variación, los que esperamos conservar y sólo podemos conseguirlo mediante la conservación de las poblaciones elegidas.

Es importante contar con información fidedigna sobre la distribución de la variación genética -dentro de y entre regiones geográficas- a fin de establecer una red eficaz de poblaciones de conservación. La variación genética se puede evaluar mediante diversas

### Recuadro 3.1 Estratificación mediante zonificación ecológica para RGF *in situ* en B.C., Canadá

Los modelos de variación genética son bien conocidos sólo para unas pocas especies de la Columbia Británica, por lo que fue necesaria una cierta estratificación de la provincia para acomodar la gran variación ecológica para muchas otras especies que no han sido investigadas en cuanto a variación genecológica. Inicialmente, se utilizaron eco-regiones para estratificar la provincia, porque éstas representaban amplias áreas similares ecológicamente, y cubrían la mayoría de los problemas relativos a las grandes diferencias de latitud y longitud (Yanchuk y Lester 1996). Para dar cabida a la variación genética esperada, debida a las diferencias climáticas ocasionadas por la altitud y el clima reinante, afectado por las cadenas montañosas, se impuso una estratificación ecológica adicional. Por ello, se superpusieron las zonas biogeoclimáticas (BGC) sobre las eco-regiones para tratar las diferencias de altitud. Se podrían haber utilizado sólo las zonas (BGC) pero, juzgando a partir de nuestra experiencia de los modelos de variación genética en otras especies, algunas de las mayores zonas abarcaban demasiados grados de latitud (y longitud). Los ámbitos de las especies fueron superpuestos en esta estrategia de estratificación y, seguidamente se hicieron selecciones en cuanto a qué combinaciones de eco-región/BGC serían cruciales para abarcar las variaciones genéticas esperadas en 23 de las especies coníferas que se estaban estudiando. Se utilizaron además otros criterios para determinar si puede ser adecuada la conservación *in situ* en cada una de las superposiciones eco-región/BEC, después de evaluar la conveniencia, el número y calidad de las áreas protegidas (Yanchuk y Lester 1996). Este método de estratificación fue una de las muchas formas en que pudo desarrollarse la zonificación ecológica para ayudar a cubrir las variaciones genéticas que pueden estar presentes, sin contar con un conocimiento detallado de la variación genética de la especie sujeta a conservación.

Un método más avanzado se está desarrollando actualmente que dará cabida a la evolución y a la naturaleza dinámica de las reservas *in situ*, la nueva información genética y los cambios del clima. El uso de los sistemas de información geográfica (GIS), el uso de las zonificaciones que se basan en detalles de variación genética y las unidades de conservación y mejoramiento genético, se están desarrollando actualmente (Hamann *et al.* 2004). El uso de la más moderna tecnología informática y cartográfica permitirá un sistema de manejo más dinámico, que puede ser capaz de acomodar los cambios en los objetivos de conservación. Estos objetivos pueden cambiar a medida que tengamos más información sobre los modelos de variación genética en especies individuales y a medida que las condiciones climáticas y los objetivos sociales y económicos (como la colección y la gestión del mejoramiento genético o el manejo *ex situ*) también cambien. Estos principios de estratificación ecológica, combinados con las nuevas capacidades de los GIS, pueden ser un poderoso medio para planificar las unidades de conservación genética o de mejoramiento, en todo tipo de especies.



*Stratificación mediante zonificación ecológica para la conservación in situ de recursos genéticos de árboles forestales en la Columbia Británica, Canadá (Alvin Yanchuk/B.C. Ministry of Forests).*

(Proporcionado por A. Yanchuk)

técnicas. Es posible estudiar caracteres morfológicos y métricos en ensayos de campo, o con marcadores bioquímicos y moleculares utilizando técnicas de laboratorio. Sin embargo, tanto los ensayos de campo como los estudios de laboratorio son costosos y llevan mucho tiempo. Sin datos ni información genética, el oficial de conservación está casi siempre forzado a suponer que los modelos de variación genética en las especies seguirán algunos, si no todos, los modelos de variación ecogeográfica. Esto no siempre es cierto, pero es un supuesto seguro y conservador en la mayoría de los casos. El papel de la investigación y la clase de estudios genéticos, que probablemente contribuyan con información importante, ayudando con ello a mejorar los esfuerzos de conservación, se discuten con más detalle en el Capítulo 4.

### Recuadro 3.2 Estado de conservación de la *Baikiaea plurijuga* en Zambia

Como resultado tanto del aprovechamiento maderero, como de los desmontes para la agricultura y de los frecuentes incendios, los bosques de teca de Zambeze (*Baikiaea plurijuga*) están amenazados en la mayor parte de su ámbito. A fin de conservar el recurso genético de la especie, hay que proteger un número suficiente de poblaciones. La finalidad de este estudio especial era identificar un número de poblaciones, de diferentes partes del área de distribución de la teca en Zambia, para protegerlas y ordenarlas a fin de conservar la variación genética dentro de la especie.



Rodal de conservación in situ de la teca de Zambeze (*Baikiaea plurijuga*), Reserva Botánica de Malavwe, Zambia. (Alan Breum Larsen/DFSC)

El método de zonificación ecológica se consideró como un instrumento sencillo, rápido y relativamente barato, para determinar las medidas de conservación, porque se basaba en gran parte en información ya disponible. Por ejemplo, algunos de los bosques remanentes de *Baikiaea* están dentro de parques nacionales existentes, lo que aseguraba un cierto nivel de protección. Aunque no se han realizado estudios genéticos sobre la teca de Zambeze, tenemos algunos conocimientos de su variación ecogeográfica. La presencia de la teca de

Zambeze está vinculada estrechamente con las arenas del Kalahari, en toda su distribución, y no hay otras características topográficas diferentes que pudieran actuar como barreras para el flujo de genes. Por lo tanto, la principal zonificación ecológica está basada en los modelos de lluvia, la zona agroecológica existente y la distancia entre los distintos bosques de esta teca.

Basándose en las tres regiones agroecológicas y las nueve zonas agroecológicas donde se encuentra la *B. plurijuga*, se diseñó una zonificación genecológica. A partir de ello, se propusieron siete zonas genecológicas, que se diferenciaban de las zonas agroecológicas sobre todo por la proximidad de los rodales entre sí. Se trazaron los límites de tal modo que se evitó la separación de áreas continuas de bosque. Para cada una de las siete estaciones, se ha elaborado una descripción del historial de la estación o “reserva”, su superficie, estado actual de conservación, evaluación de las amenazas y recomendaciones para su conservación. Véase el Volumen 2, Recuadro 4.5 para más información sobre la teca de Zambia.

Fuente: Theilade *et al.* (2002)

Como se mencionó anteriormente, cuando se dispone de poca información genética sobre la estructura de la población, debemos depender de una evaluación de la variación ecogeográfica en el área de distribución de interés. El método normalmente considerado puede mencionarse como **zonificación genecológica**. Una zona genecológica puede definirse como un área con condiciones ecológicas suficientemente uniformes para suponer caracteres similares, fenotípicos o genéticos, dentro de una especie. Tal zonificación supone también que existen unos límites para el flujo extensivo de genes, lo que podría compensar las adaptaciones a las presiones locales de selección ambientales y ecológicas. Los factores normalmente considerados para la zonificación son la vegetación natural, la topografía, el clima y el suelo y también las barreras para la dispersión del polen y la semilla.

### 3.5 Evaluación del estado de conservación

El estado de conservación se refiere al estado actual de los recursos genéticos y a sus riesgos inmediatos. Las cuestiones a examinar pueden ser:

- ¿Están en alto riesgo poblaciones potencialmente importantes?
- ¿Hasta qué punto están bien protegidas las poblaciones remanentes?
- Las poblaciones remanentes protegidas ¿abarcán adecuadamente las variantes geográficas, ecológicas o genéticas donde se encuentra la especie?
- ¿Cuáles son las tendencias o riesgos futuros (aprovechamientos, cambio climático, etc.)?

Estas cuestiones hay que responderlas utilizando la mejor información disponible sobre:

- distribución geográfica en el pasado y en la actualidad
- modelos de uso vigentes en cuanto a uso directo en forma de aprovechamientos, plantación y mejoramiento genético de la especie (incluida la introducción de especies o procedencias de intracruzamiento) o indirectamente, mediante modelos cambiantes de uso del suelo
- posible existencia en áreas actualmente protegidas.

### 3.6 Establecimiento de prioridades específicas: identificación de las poblaciones a conservar

Comparando las zonas genecológicas y la distribución de las especies de interés, es posible, en principio, identificar el número de áreas y poblaciones que deben protegerse o muestrearse para conservación. Sería conveniente conservar todas las variaciones importantes del caudal genético, pero el número necesario de rodales de conservación se debe establecer en un nivel manejable.

En la práctica, la comparación de la distribución genecológica y el estado de conservación, consiste en varios pasos:

1. Superponer las zonas genecológicas, con:
  - la distribución geográfica natural (pasada) y presente de la especie
  - la presencia de la especie en programas de plantación en marcha (estado *ex situ*) y áreas protegidas (estado *in situ*)
  - localización de procedencias que se conocen como valiosas.
2. Considerar otros factores que pueden afectar al mantenimiento o estructura de la variación genética, estado de conservación y necesidades de inversión en conservación, por ejemplo:

### Recuadro 3.3 **Un método sistemático para la conservación de los RGF en Dinamarca**

A principios de la década de los años 1990 se desarrolló una estrategia sistemática para la conservación de los recursos genéticos de árboles y arbustos de Dinamarca (Graudal *et al.* 1995). La estrategia comprende 75 especies de uso real o potencial para plantaciones en Dinamarca. Su objetivo es conservar la variación genética de cada especie con el fin de asegurar su adaptabilidad al cambio ambiental y mantener las oportunidades para el mejoramiento genético de los árboles.

El plan fue diseñado para conservar los recursos genéticos en rodales de conservación evolutiva, tanto *in situ* como *ex situ*. La identificación, el seguimiento y el manejo de la red de rodales de conservación genética la realizó la Estación de Mejora de Árboles de la Agencia Nacional del Bosque y la Naturaleza.

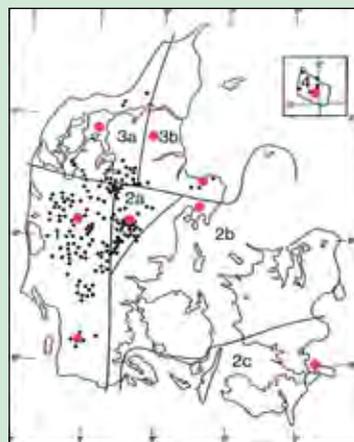
#### **Selección de rodales de conservación**

Solo tenemos muy poco conocimiento detallado de la estructura genética de la mayoría de las especies de Dinamarca. Un estudio basado en datos ecológicos e información genética, procedentes a su vez de estudios con marcadores bioquímicos y ensayos de campo, proporciona actualmente la mejor base para la selección de poblaciones para conservación. Este método se ha utilizado para las especies mejor estudiadas como *Quercus robur*, *Q. petraea* y *Fagus sylvatica*. Para la mayoría de las especies la selección de los rodales de conservación se basó en una variabilidad genecológica supuesta. El número estimado y la distribución de los rodales de conservación se determinaron utilizando la siguiente información:

- distribución natural de las especies
- biología de especies concretas, especialmente modo de reproducción y origen
- una zonificación genecológica preliminar de Dinamarca.

La zonificación se basó en un compromiso entre la variación de los factores ecológicos y las expectativas de flujo de genes, ya que las diferencias de selección resultantes de la heterogeneidad ambiental pueden traducirse en adaptación local únicamente si las barreras para el flujo de genes son suficientes (véase Jacobsen 1976; Nordisk Ministerråd 1984; Ødum 1987). Las cuatro zonas principales, de las que dos están subdivididas en subzonas, se muestran en la figura. La validez de la zonificación genecológica provisional se comprobará mediante la clasificación de los ambientes basada en los ensayos de procedencias existentes, con énfasis especial en los caracteres adaptativos y mediante estudios de isoenzimas sobre la variación para especies seleccionadas dentro de y entre las zonas.

Para cada especie, se consideran adecuados entre 2 y 15 rodales de conservación, para conservar la variación genética de la especie en Dinamarca. Para las 75 especies se requiere un total de 600 rodales, 500 de ellos *in situ*, con un total de 1.800 ha., excluyendo las zonas de aislamiento. Esto corresponde al 0,4% de la superficie forestal total de Dinamarca, pero el 5% de la superficie remanente de bosque natural.



Zonificación ecológica provisional de Dinamarca y distribución natural de *Quercus petraea*. (DFSC)

*continúa*

El diseño y manejo de cada rodal se registrará en los protocolos de manejo. Las prescripciones de manejo variarán con la especie y las características específicas de la estación de cada rodal. En Graudal *et al.* (1997) se dan unas directrices generales para el diseño y manejo de rodales individuales de conservación.

En la figura se muestra la zonificación genecológica provisional de Dinamarca (según Graudal *et al.* 1995) y la distribución natural de una especie, el roble sesil (*Q. petraea*) de acuerdo con Ødum (1968). Los puntos representan lugares donde se encuentra, de acuerdo con la bibliografía, los catálogos de flora o material de herbario. Se rodean en rojo nueve rodales catalogados para conservación que abarcan la variación genecológica.

- variación en los tipos de bosque a través de su distribución (por ejemplo, variación sucesional natural, tasas de regeneración, densidades en los diferentes tipos de bosque)
  - biología reproductiva y capacidades de dispersión (porque pueden afectar a los niveles de endogamia o flujo de genes a través de la semilla y el polen)
  - tamaño y localización geográfica de los programas de plantación anteriores y en marcha y origen del material de plantación utilizado
  - necesidades de seguridad y manejo de las diversas inversiones *in situ* y *ex situ*
  - tenencia de la tierra y opciones y costos correspondientes.
3. Decidir sobre la representación geográfica o genecológica apropiada, número de áreas por zona y número de poblaciones o rodales a conservar o muestrear en cada área:
- Para especies con distribuciones especialmente dispersas, habrá que considerar el tamaño, frecuencia y proximidad de los grupos identificados de árboles, para alcanzar un nivel adecuado de muestreo (véase Volumen 3, Capítulo 3).
  - Un programa en el que se eligen muchas especies simultáneamente ofrece la posibilidad de tener en cuenta las dependencias del ecosistema entre especies y también de racionalizar las áreas muestreadas a fin de ahorrar costos. En el Volumen 2 se da información más detallada sobre la identificación de rodales de conservación *in situ*.

### 3.7 Selección de estrategias de conservación: identificación de medidas apropiadas de conservación

Cuando se han identificado las poblaciones específicas para conservación, el próximo paso consiste en decidir qué medidas de conservación hay que aplicar. Los tipos de preguntas que hay que responder son:

- ¿Se debe demarcar físicamente y proteger en el campo una población dada?
- ¿Se debe recoger material reproductivo y almacenarlo en algún medio *ex situ*?
- ¿Se debe proteger estrictamente una población o se puede combinar su conservación con alguna forma de uso, como el aprovechamiento de corteza, la semilla o la madera?

Como se mencionó en el Capítulo 2, es preferible generalmente conservar los recursos genéticos forestales manteniendo el potencial para que continúen los procesos evolutivos en las poblaciones designadas para conservación, en forma de rodales vivos, preferentemente *in situ*. También puede considerarse la conservación *ex situ* con algún potencial evolutivo. Por razones económicas y cuando se evalúa la seguridad, se considerará normalmente la conservación *ex situ* o cierta combinación de métodos *in situ* y *ex situ*. La conservación *in situ* y *ex situ* se tratan con más detalle en el Volumen 2 y el Volumen 3, respectivamente.

### 3.8 Organización y planificación de actividades específicas de conservación

Tal como se mencionó en las Secciones 3.1 y 3.2, cuando se planifica un programa de conservación de recursos genéticos, es importante considerar:

- ¿quién aporta la propiedad y administración del programa a nivel nacional e internacional?
- ¿Qué puede suceder en la práctica?

Las unidades administrativas y de investigación que trabajan en el sector público deben asegurarse de que se consideran todos los intereses. Cuando se han determinado las poblaciones y las medidas de conservación, se desarrollarán a continuación una serie de actividades de campo:

- estudio de campo para verificar la selección de los rodales de conservación
- demarcación, protección con guardería, cuidados culturales y seguimiento de los rodales de conservación *in situ*
- recolección, extracción, almacenaje y multiplicación de material reproductivo para conservación *ex situ*.

Se repite de nuevo que estas actividades están descritas con más detalle en el Volumen 2 y Volumen 3 para la conservación *in situ* y *ex situ*, respectivamente.

### 3.9 Elaboración de directrices de manejo para los fines de conservación

Para un manejo acertado y bien documentada, es necesario describir y vigilar las medidas de conservación mediante el uso de directrices técnicas específicas. Desde el punto de vista del manejo, es útil distinguir entre dos grupos principales de métodos de conservación: rodales de conservación (ya sea *in situ* o *ex situ*) y bancos de germoplasma (*ex situ*).

#### 3.9.1 Rodales de conservación

La necesidad de manejo y sus intervenciones específicas variarán con la especie y con las características específicas de la estación de cada rodal. Un rodal de conservación puede ser o un rodal puro compuesto de una sola especie, o un rodal mezclado de varias especies. En un rodal mezclado pueden elegirse una o varias especies para conservación genética. El rodal puede establecerse artificialmente (plantado o sembrado) o mediante regeneración (natural o asistida mediante intervenciones selvícolas). Los rodales establecidos artificialmente se consideran normalmente rodales *ex situ* y los rodales regenerados naturalmente se consideran con frecuencia *in situ*. Las prescripciones generales de manejo para los rodales de conservación *in situ* y *ex situ* son frecuentemente similares; las principales diferencias se refieren al hecho de que los rodales *ex situ* se plantan, con más control de especies y niveles de existencias.

En el Volumen 2, Capítulo 2 y Volumen 3, Capítulo 3 se dan unas consideraciones más detalladas sobre muestreo y manejo. A continuación se da un breve resumen.

##### Número de individuos

- Los rodales mezclados, cuyo objetivo es conservar la variación genética de una o más especies, tendrán que ser, en general, más extensos que los rodales puros de una sola especie.

- Una estimación empírica muy conservadora para un rodal *in situ*, para una especie de polinización, anemófila debe contener inicialmente, como mínimo, 150 y, preferentemente, más de 500 individuos en panmixia de cada una de las especies elegidas.
- En términos de conservación de la variación genética cuantitativa, alrededor de 150 individuos captarán aproximadamente el 99,7% de la variación presente en la población inicial. Varios centenares de individuos se consideran normalmente necesarios para captar más genes de los de menor frecuencia (Yanchuk 2001).
- Para poblaciones que se espera que reciban poca o ningún manejo, debe considerarse mayor número de individuos, debido a acontecimientos fortuitos y a factores demográficos que están afectados por diferencias y variaciones naturales en la biología básica de la especie.
- Los números reales de individuos elegidos para conservación dentro de una población, se deben determinar examinando los costos del mantenimiento de más individuos, en relación con los beneficios de la captación de una mayor variación genética. Este tema se trata con más detalle en el Volumen 2, Sección 2.3, y en el Volumen 3, Capítulo 3.

### **Regeneración y aislamiento**

- Para poblaciones *in situ*, los rodales de conservación deben regenerarse con material genético originario de los mismos rodales o de rodales adyacentes, con la menor influencia genética posible del exterior (en forma de contaminación por polen procedente de fuentes externas).
- En la práctica esto requiere algún tipo de aislamiento, que dependerá mucho de la biología reproductiva de la especie, pero unas franjas de aislamiento de 300 a 500 m. se consideran generalmente adecuadas para la mayoría de las especies de polinización anemófila.

### **Tratamientos culturales**

- La necesidad de tratamientos culturales depende de la especie y de las condiciones de la estación. Cuando es necesario, deben favorecer la regeneración y la estabilidad de árboles y rodales.
- Para algunas poblaciones, puede ser necesario considerar sistemas especiales de manejo, que pueden incluir la corta de especies competidoras (invasoras) o -para ciertos matorrales-, un pastoreo controlado de animales o el uso del fuego.
- Los claros se consideran en general la intervención cultural más importante, sobre todo cuando estimulan la regeneración. En rodales puros, se suele recomendar claras sistemáticas a fin de mantener la constitución genética actual del rodal (en otras palabras, no se permite una entresaca de mejora).

### **Uso**

- En algunos casos, el esfuerzo de conservación se puede combinar con diferentes formas de uso del bosque, si no cambian la constitución genética de los rodales, como se mencionó anteriormente.

### **Condiciones de la estación**

- Las condiciones y la calidad de la estación son obviamente una consideración importante para la conservación *in situ* y *ex situ* en el campo. La selección de la estación y el manejo para la conservación del rodal *ex situ*, se tratan con más detalle en el Volumen 3, Capítulo 5; sin embargo, es necesario considerar también la calidad de la estación y otros muchos factores durante la selección de rodales *in situ*. Es necesario también tener en cuenta el estado de conservación a largo plazo de los rodales *in situ* y *ex situ* (por ejemplo, la expectativa de vida de una proporción de árboles de la población en buen estado sanitario).

### 3.9.2 Bancos de germoplasma

La conservación *ex situ* de los recursos genéticos forestales en bancos genéticos es una medida complementaria potencialmente importante para el uso de rodales de conservación en el campo.

El término “banco genético” puede implicar la necesidad de una tecnología costosa y moderna, pero éste no es necesariamente el caso. Pueden utilizarse para la conservación *ex situ* de muchas especies instalaciones de almacenaje bastante sencillas, que están generalmente disponibles. En algunos casos, pueden requerirse estructuras más especializadas que pueden estar disponibles solamente a nivel internacional. Los requisitos y la metodología de documentación son en principio los mismos, dándose más detalles en el Volumen 3, Capítulo 6.

### 3.10 Resumen

Las recomendaciones referentes al desarrollo de un programa nacional de recursos genéticos forestales pueden resumirse como sigue:

- Los países con recursos forestales importantes tienen que considerar el desarrollo de una estrategia nacional para la conservación de los recursos genéticos forestales.
- La estrategia nacional tiene que elaborarse de acuerdo con las necesidades observadas y conocidas de carácter internacional y nacional, y con las capacidades institucionales y financieras.

Los elementos de la estrategia deben incluir:

- objetivos
- lista de especies elegidas
- agencias y organizaciones (socios) a implicar
- mecanismos para facilitar la colaboración entre los socios
- distribución de tareas entre los socios
- provisión de directrices generales de manejo
- identificación de colaboración internacional adecuada.

La estrategia se debe seguir mediante planificación de acciones específicas por especies:

- evaluación de la variación genética y genecológica
- evaluación del estado de conservación de las especies elegidas y sus poblaciones
- determinación de las necesidades de conservación y prioridades a nivel de poblaciones y ecosistemas
- determinación de medidas apropiadas de conservación
- determinación de los socios de ejecución y preparación de los acuerdos de ejecución pertinentes
- provisión de directrices específicas para manejo y seguimiento.

# NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN



por Weber Amaral, Erik Kjær, Alvin Yanchuk y Lars Graudal

## 4.1 Introducción

De la mayoría de las especies arbóreas, especialmente de muchas especies tropicales importantes, sólo contamos con conocimientos limitados, incluso de biología básica. Considerando que existen millares de especies arbóreas con potencial económico actual y futuro, parece imposible pretender algo más que hacer unas estimaciones cualificadas sobre su biología básica y estructura genética. Nuestro dilema es que reconocemos que hay una urgente necesidad de conservación pero no sabemos realmente ¡qué conservar!

La importancia de la investigación para rellenar este enorme vacío de información, es un tema que se subraya con frecuencia, pero puede no ser el mejor uso de los limitados recursos disponibles. En realidad, la investigación es costosa, lleva mucho tiempo y con frecuencia se limita a un número relativamente escaso de especies y sus poblaciones. La cuestión clave relacionada con la iniciación de las actividades de conservación en el campo es, por ello, qué tipo de estudios genéticos contribuirán probablemente con información importante que ayudará a mejorar los esfuerzos de conservación. Necesitamos establecer prioridades y determinar acciones estratégicas que tengan un gran efecto.

## 4.2 Importancia de los estudios específicos para programas prácticos de conservación

Hay una serie de problemas que deben abordarse en la mayoría de los planes de conservación, una vez establecidas las prioridades. Las actividades de investigación tienen potencial para servir de apoyo al proceso de toma de decisiones, especialmente en relación con las cuestiones siguientes:

- ¿Dónde están situados los árboles y poblaciones remanentes de las especies elegidas y cuál es su estado de conservación?
- ¿Cuántas poblaciones de conservación genética se requieren (una, algunas o varias más numerosas)?
- ¿Qué poblaciones (localizaciones) deben conservarse (o servir de base para la colección de semillas a conservar *ex situ*)?
- ¿Qué dimensión deben tener las unidades de conservación?
- ¿Cómo deben ordenarse las áreas conservadas?
- ¿Cómo pueden propagarse los árboles para la conservación *ex situ*?
- ¿Cómo se usan las especies actualmente y cómo puede combinarse el uso y la conservación?

Los estudios que pueden aumentar la probabilidad de adoptar “decisiones correctas” -diseño y ejecución de programas acertados de conservación- deben considerarse como una parte del total de actividades. Aunque hay muchos procesos básicos, biológicos y genéticos, que serían valiosos para conocer con más detalle estas cuestiones se dejan mejor a los programas de investigación con financiación a más largo plazo que pueden abordar una investigación biológica más básica.

A fin de tener un efecto práctico en un esfuerzo específico de conservación genética:

- El estudio debe ser económica y técnicamente factible en un contexto práctico.
- Hay demasiadas especies arbóreas poco investigadas y sólo se dispone de recursos limitados para los esfuerzos de conservación en su conjunto, lo que obliga a utilizar prudentemente los recursos.
- Los resultados deben estar disponibles oportunamente. Con frecuencia, hay una necesidad urgente de actuar, y muchas de las decisiones iniciales se deben adoptar con frecuencia en pocos años.
- Hay que esperar que toda nueva información afecte a la forma de programar y ejecutar las actividades de conservación; en otras palabras, debe aumentar la probabilidad de éxito del programa de conservación.

A continuación se analizan qué tipos de programas de investigación pueden arrojar luz sobre cuestiones fundamentales cumpliendo al mismo tiempo los requisitos de ser adecuados y realizados con economía y rapidez. A largo plazo, los conocimientos logrados pueden utilizarse de diversas formas para crear un conocimiento más completo, y la descripción de las variaciones genéticas de una especie. A pesar de todo, en una situación específica hay que tomar con frecuencia la decisión de asignar fondos limitados ya sea para una serie de programas interesantes de investigación aplicada o para actividades de conservación en el campo. La recogida de información y la iniciación de las actividades de investigación y desarrollo se consideran por lo tanto a continuación, a la luz de los limitados recursos disponibles para programas específicos de conservación. Un análisis más completo sobre el papel de la investigación en los programas de conservación genética, se puede encontrar en FAO (2002).

### **4.3 ¿Dónde están las poblaciones remanentes y cuál es el estado de conservación de las especies elegidas?**

Sobre la base de nuestro conocimiento de la dramática pérdida de hábitat, miles de especies arbóreas tropicales están catalogadas como amenazadas en la “lista roja” de especies amenazadas (UICN 2003), acompañadas con notas sobre su distribución y amenazas. No obstante, cuando llega el momento de elaborar planes de conservación de especies determinadas, nuestros conocimientos sobre su presencia, frecuencia, ecología y estado, suelen ser insuficientes. En la mayoría de los casos, es necesario realizar al menos algunos estudios básicos para localizar las poblaciones remanentes, estimar el número de poblaciones, estudiar la dinámica de las poblaciones y seguir las amenazas. Si la finalidad es la conservación de las especies y de sus ecosistemas representativos, los estudios proporcionan una información básica de partida para poder seguir los cambios que se produzcan.

Antes de diseñar nuevos estudios, habrá que recuperar las informaciones disponibles de departamentos forestales, registros de herbarios o grupos de especialistas. Dichos grupos pueden ser forestales con experiencia de campo en un área determinada, botánicos o contratistas que usan el recurso. Con mucha frecuencia, la población indígena o local tiene conocimientos detallados sobre la distribución y abundancia de una especie arbórea concreta.

Una vez que se ha recogido la información básica, puede elaborarse una metodología de muestreo normalizada para las actividades de investigación. Existen una serie de diferentes técnicas de muestreo, siendo importante utilizar métodos apropiados para hacer que el esfuerzo se traduzca en una recolección de datos que valga la pena. El método elegido dependerá del comportamiento usual de la especie. ¿Crece dispersa o en grupos? Se trata de una especie dominante que forma rodales uniformes o que está especializada en un hábitat. En algunas situaciones, particularmente en las zonas tropicales, los árboles de la misma especie están dispersos y bastante distanciados, lo que se tiene que reflejar en la técnica de muestreo.

Para más información sobre técnicas de inventariación, debe consultarse una bibliografía bien completa, como por ejemplo la proporcionada en Hyppa *et al.* (1998).

Los estudios demográficos son la base de cualquier programa de conservación sobre especies arbóreas amenazadas. El registrar información sobre el hábitat, probablemente hará avanzar nuestros conocimientos sobre la preferencia de las especies en cuanto a hábitat, cuando esta información no existe o es escasa, como ocurre en muchos casos raros de árboles tropicales. Las observaciones sobre la ecología general de una especie son con frecuencia de gran importancia para los esfuerzos dirigidos a su conservación. Por ejemplo, una especie puede estar protegida, pero si se han perdido los asociados clave, como polinizadores o animales dispersores de la semilla, es probable que fracasen los esfuerzos de conservación.

Una vez reunida la información procedente de los estudios de campo, no es fácil aún “convertir” estos datos en un estado de conservación conocido. Hay muchos factores que influyen en este estado de conservación (véase el Capítulo 3), pero cualquier sistema que se utilice para ponderar estos factores y llegar por fin a definir alguna lista de prioridades de conservación, será necesario, probablemente, abordar la cuestión de cuánto se sabe sobre la biología reproductiva y la estructura genética de la especie. Para especies de alta a mediana importancia, la primera actividad a desarrollar sería el análisis de las lagunas de conocimientos a fin de decidir qué actividades de investigación deben considerarse.

Aunque pueda parecer irónico, la información genética como tal puede no ser absolutamente necesaria para cumplir la mayoría de estos objetivos. Incluso sin estudios genéticos, que generalmente dan información sobre la variación genética dentro de las poblaciones y entre ellas, podemos asegurar razonablemente que existe cierta variación genética y ésta se dividirá en cierto nivel como variación intra e inter-poblaciones. Si estamos interesados en conservar lo que allí existe, entonces la cuantía misma no importa mucho para nuestro objetivo de conservación. Por ello, debemos estar siempre atentos para muestrear a nivel de población y con una buena representación de individuos dentro de las poblaciones elegidas.

También, la conservación de genes es en gran parte un problema de conservar alelos de baja frecuencia y asegurar la presencia de procesos evolutivos que crean y mantienen estas variaciones genéticas. Sin embargo, nunca podemos seguir realmente de cerca estas variaciones y estamos obligados a estimar su presencia por medios teóricos. Por ejemplo, aunque un estudio bien diseñado, con marcadores genéticos moleculares, podría aclarar en gran parte la distribución de alelos neutrales (proporcionando estimaciones sobre la variación genética dentro de las poblaciones y entre ellas, las tasas de cruzamiento lejano, la heterocigosidad y el flujo de genes, por ejemplo), las magnitudes de estos parámetros genéticos de la población pueden tener sólo un efecto relativamente pequeño sobre las decisiones finales que puede verse forzado a adoptar en el campo el oficial responsable. Por ello, aunque tales estudios detallados tienen un gran valor de confirmación, y pueden incluso optimizar los métodos de muestreo (véase el Volumen 3, Recuadro 3.3), pueden no ser tales estudios el uso más eficaz de la capacidad de investigación o de financiación.

#### **4.4 Investigación para ayudar en las decisiones sobre conservación de poblaciones**

Para la mayoría de las especies, raramente se conoce la variación genética entre poblaciones antes de iniciar los esfuerzos de conservación de genes. La mayoría de las especies elegidas se desarrollan con frecuencia bajo condiciones ecológicas variables o abarcan una gran superficie de distribución. Esto sugiere que puede ser conveniente conservar un gran número de poblaciones que representen diferentes partes del área de distribución. No obstante, hay normalmente un límite sobre cuántas poblaciones pueden manejarse eficazmente. La cuestión consiste, en consecuencia, en sí las poblaciones difieren realmente, ¿cuánto y en qué atributos?

## Recuadro 4.1 Los marcadores moleculares y las especies de árboles forestales

Las especies arbóreas son, en general, plantas sin domesticar (con pocas excepciones utilizadas en sistemas forestales y agroforestales, como ciertas especies de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Populus* y *Prunus*). Para la mayoría de las otras especies arbóreas, la información básica sobre biología reproductiva, distribución geográfica, sistemas de mejoramiento genético y estructura genética, es inexistente o escasa. Recientemente, la genética molecular y otras herramientas biotecnológicas se han usado más intensamente para responder a algunas de estas cuestiones (Boshier 2000; Hamrick y Nason 2000). Estas herramientas se han aplicado también a especies industrialmente importantes (Jain y Ishii 2003), utilizando técnicas de cultivo de células y tejidos vegetales.

Esta orientación general se está confirmando con el uso de marcadores avanzados, como los marcadores microsatélites o repeticiones de simple secuencia (SSRs), para evaluar los niveles de diversidad genética de varias especies arbóreas. Las especies arbóreas de las que se han determinado las SSRs se enumeran en el Cuadro 4.1 realizándose actualmente estudios genéticos que utilizan estos marcadores.

Las principales áreas en que se están aplicando los marcadores SSR en árboles forestales, incluyen estudios de diversidad genética, en poblaciones naturales y mejoradas genéticamente (sobre todo en especies con bajos niveles de variación isozimática), flujo de genes, dispersión de polen y semilla y sistemas de apareamiento. Como estos parámetros son importantes para la conservación de los recursos genéticos forestales, los SSRs se están utilizando para seguir los efectos genéticos de los sistemas de manejo forestal y la fragmentación de poblaciones (Young y Boyle 2000). En programas de domesticación, también se pueden utilizar los microsatélites para la identificación de germoplasma, y para ayudar a la construcción de mapas de enlaces genéticos con la finalidad última de llevar a cabo una selección asistida por marcadores (SAM) en la mayoría de las especies arbóreas estudiadas de *Populus*, *Pinus* y *Eucalyptus*.

### Cuadro 4.1 SSRs encontrados en especies arbóreas y su aplicación

Especies	No. de loci	Aplicación	Especies	No. de loci	Aplicación
<i>Acacia mangium</i>	10	Diversidad genética	<i>Pinus strobus</i>	23	Diversidad genética
<i>Dryobalanops lanceolata</i>	10	Diversidad genética	<i>Pinus contorta</i>	5	Diversidad genética
<i>Eucalyptus nitens</i>	4	Conservación genética	<i>Picea abies</i>	7	Diversidad genética
<i>Eucalyptus grandis</i>	20	Mejoramiento genético/ cartografía	<i>Picea sitchensis</i>	7	Diversidad genética
<i>Eucalyptus sieberi</i>	10	Conservación genética	<i>Pithecellobium elegans</i>	15	Flujo de genes
<i>Eucalyptus globulus</i>	25	Mejoramiento genético	<i>Populus tremuloides</i>	20	Diversidad genética
<i>Fagus crenata</i>	9	Diversidad genética	<i>Quercus macrocarpa</i>	15	Diversidad genética
<i>Grevillea macleayana</i>	7	Diversidad genética	<i>Quercus myrsinifolia</i>	9	Diversidad genética
<i>Gliciridia sepium</i>	4	Flujo de genes	<i>Quercus petraea</i>	17	Diversidad genética
<i>Melaleuca alternifolia</i>	102	Estructura genética	<i>Shorea curtissii</i>	9	Diversidad genética
<i>Pinus radiata</i>	24	Cartografía	<i>Symphonia globulifera</i>	10	Diversidad genética
<i>Pinus sylvestris</i>	20	Diversidad genética	<i>Swietenia humilis</i>	13	Diversidad genética

Adaptado de Butcher et al. (1999)

## Recuadro 4.2 **Diferentes modelos de variación genética del *Pinus contorta* en B.C., Canadá**

*Pinus contorta* está distribuido extensamente en Norte América, y es una de las especies económicamente más importantes del oeste de Canadá. Ha sido muy estudiado utilizando tanto los marcadores moleculares y caracteres genéticos cuantitativos, que han sido proporcionados en su mayoría por varios de los programas de mejora de árboles que se están realizando con esta especie. En un estudio, una comparación de las diferencias de variación genética, obtenidas a partir de marcadores moleculares (suponiendo normalmente que se trata de una variación genética neutral), frente a los caracteres métricos del *P. contorta* en la Columbia Británica, demostró que más del 90% de la variación de isoenzimas residía dentro de las poblaciones, incluso aunque éstas cubren una gran superficie geográfica de la provincia (Yang *et al.* 1996). Se suponía que el cruzamiento lejano casi completo y el extenso flujo de genes eran las principales fuerzas que mantienen los bajos niveles de variación genética entre poblaciones.



*Ensayo de procedencia de Pinus contorta var. latifolia, en la Columbia, Británica.*  
(Alvin Yanchuk/B.C. Ministerio de Bosques)

Sin embargo, la comparación de las estadísticas de los  $F_{st}$  (índices de fijación) de los caracteres cuantitativos, y los  $F_{st}$  de las isozimas, hicieron posible determinar si estaban implicados procesos evolutivos similares en la diferenciación morfológica y de isoenzimas en *P. contorta* var. *latifolia*. Los resultados indicaron que los modelos de diferenciación en cuanto al ángulo de las ramas y a su diámetro no se podían distinguir de los esperados bajo una hipótesis neutral (sin selección o selección limitada o simplemente deriva genética al azar); sin embargo, las poblaciones fueron diferenciadas estadísticamente por el peso específico de la madera, el diámetro del tronco, la altura del tronco y la longitud de las ramas. Esto sugiere que fuerzas selectivas han estado actuando en esta última serie de caracteres, mientras que fuerzas no selectivas, como la deriva genética y el flujo de genes, han jugado probablemente un papel importante en la determinación del nivel de diferenciación de las poblaciones en la primera serie de caracteres (de acuerdo con las mediciones del ángulo de las ramas, el diámetro de las ramas y las isozimas).

Estos resultados demuestran que hay que dar una atención cuidadosa al tipo de carácter que se está midiendo (los marcadores genéticos, que se espera sean neutrales, frente a los caracteres cuantitativos, que pueden depender de fuerzas selectivas), antes de que el oficial de conservación o el genetista forestal tomen decisiones sobre cómo asignar recursos para conservación, entre poblaciones y dentro de ellas. Aunque los marcadores genéticos neutrales, como las isoenzimas, se pueden utilizar para describir modelos de variación que pueden estar vinculados con importantes características adaptativas, su valor es generalmente mucho mayor para examinar los modelos históricos de migración, las distancias genéticas y los flujos de genes, que el que pueden tener otros atributos que son importantes en el diseño de un programa de conservación.

Fuente: proporcionado por A. Yanchuk, de Yang *et al.* (1996)

Cuanto menores son las diferencias de las poblaciones, menos poblaciones es necesario incluir en un programa eficaz de conservación.

En general, es aconsejable suponer, particularmente para especies arbóreas forestales que han estado expuestas a diferentes fuerzas selectivas (como la tolerancia a la sequía o al frío) durante largos períodos de tiempo, que las poblaciones pueden haber desarrollado diferencias genéticas debido a la selección natural. También, pueden generarse diferencias genéticas entre pequeñas poblaciones que han estado genéticamente aisladas entre sí durante largo tiempo, y diferentes historiales de introducción y migración pueden llevar también a poblaciones que son genéticamente diferentes (por deriva genética, por ejemplo). En tales casos, debería conservarse un número (una "red") de diferentes poblaciones, en lugar de limitarse a una sola población mayor. Aún así, no todas las poblaciones pueden conservarse y la cuestión consiste entonces en *¿cuántas* poblaciones es necesario conservar y, una vez que se determina el tamaño de la red, *qué* poblaciones deben conservarse?

Los ensayos de procedencias constituyen aún la técnica más común e informativa para estudiar modelos genéticos, utilizando caracteres cuantitativos, como supervivencia, altura, diámetro, forma del tronco y fructificación y floración. Más recientemente, han surgido y se han desarrollado rápidamente numerosos estudios basados en marcadores genéticos de ADN, lo que permite realizar actualmente estudios rápidos de variación genética dentro de las poblaciones y entre ellas (véase el Recuadro 4.1) (véase también como ejemplo, Gillet 1999).

Sin embargo, es importante señalar que, para una especie arbórea determinada, diferentes caracteres pueden exhibir modelos completamente distintos de diferenciación genética. Esto se ha demostrado por ejemplo para *Pinus contorta* (Yang *et al.* 1996) (véase el Recuadro 4.2) y *Pinus sylvestris* (Karku *et al.* 1996).

Como se indicaba en el ejemplo anterior para *P. contorta*, los modelos de variación genética observados son el resultado de interacciones entre fuerzas evolutivas: poblaciones de pequeño tamaño (deriva genética), mutación, migración y selección natural. En particular, la selección natural tiene diferentes efectos sobre diferentes caracteres: algunos están fuertemente seleccionados porque se refieren a la capacidad de los individuos, mientras que otros pueden estar seleccionados de forma más débil, también pueden estar correlacionados con otros caracteres o pueden tener respuestas no selectivas o correlacionadas. En términos muy generales se puede distinguir lo siguiente:

- **Caracteres cuantitativos sujetos a una fuerte selección natural:** la variación genética en cuanto a caracteres cuantitativos como supervivencia, crecimiento (altura, diámetro o volumen) o fenología (fecha de inicio o fecha de terminación del crecimiento), se espera que estén muy influenciados por la selección natural. La adaptación a diferentes condiciones ecológicas puede esperarse, por tanto, que sea responsable de una importante diferenciación entre poblaciones para especies que vegetan naturalmente en una gran área con variables condiciones climáticas. Esto está de acuerdo con muchos ensayos de procedencias para un gran número de especies arbóreas, que han revelado una importante variación entre poblaciones respecto a crecimiento y supervivencia.
- **Caracteres neutrales:** el modelo de variación para marcadores selectivamente neutrales (isoenzimas o marcadores de ADN) es resultado únicamente de la deriva genética y la migración, porque éstos son neutrales con respecto a la selección natural. En los árboles, la mayoría de los estudios de variación genética en marcadores neutrales han mostrado una diferenciación limitada entre poblaciones (Hamrick y Godt 1990; Hamrick 1994).

En resumen, es importante señalar que debido a que los marcadores genéticos y los experimentos corrientes de invernadero evalúan diferentes tipos de genes, el resultado en términos de estimación de la diferenciación genética, será también diferente. Para fines prácticos, la primera prioridad de la investigación es examinar la variación en los caracteres relacionados con la capacidad, más que los resultados de los estudios con marcadores

genéticos como las isoenzimas o los marcadores de ADN (para ejemplos, véase el Capítulo 2, Cuadro 2.2). Sin embargo, los estudios con marcadores genéticos son normalmente más baratos y más sencillos de realizar, pueden proporcionar una buena información general básica sobre la estructura de la población (véase el Volumen 3, Recuadro 3.3) y pueden afectar a las decisiones sobre métodos de muestreo.

Los estudios sobre comportamiento en condiciones controladas, como el estrés de sequía en los viveros, pueden ser un suplemento importante para los ensayos clásicos de campo a largo plazo, sobre procedencias. No obstante, los ensayos de procedencias (y la mayoría de los estudios genéticos cuantitativos) tienen algunos inconvenientes:

- Los resultados no estarán disponibles hasta pasada una serie de años. Los ensayos se evalúan normalmente mucho antes de que los árboles estén maduros y, por tanto, excluyen información sobre la variación que aparece bastante tarde en el ciclo vital. No obstante, una pronta información de las pruebas en ensayos de campo bien diseñados, puede producir importante información sobre el potencial de crecimiento entre poblaciones (por ejemplo, fenología o ritmo de crecimiento).
- Los resultados de una serie dada de ensayos, reflejan básicamente el crecimiento en condiciones determinadas. Otras estaciones de ensayo pueden producir otros resultados, de modo que suele ser prudente incluir de 2 a 4 estaciones de ensayo por experimento, con condiciones climáticas o edáficas diferentes.

Para concluir, los estudios basados en marcadores genéticos deben utilizarse con cuidado, a menos que estén combinados con observaciones sobre caracteres cuantitativos, como crecimiento y supervivencia. Los estudios con marcadores genéticos ofrecen información potencial sobre las relaciones entre poblaciones que han sido generadas mediante flujos limitados de genes entre pequeñas poblaciones, o como resultado de diferentes rutas de migración. Tal información puede considerarse como antecedentes útiles cuando se interpretan los resultados de ensayos de campo. También, los niveles generales de endogamia y diversidad genética se pueden estimar a partir de los datos de marcadores moleculares. No obstante, tales datos no revelan generalmente la diferenciación en los caracteres relacionados con la capacidad, lo que constituye una seria dificultad porque son estos caracteres los que normalmente son más importantes, cuando llega el momento de diseñar programas de conservación genética.

## **4.5 ¿Qué dimensión deben tener las unidades de conservación?**

Se ha prestado mucha atención a los procesos genéticos asociados con poblaciones de pequeño tamaño. Es bien conocido que las unidades de conservación no deben ser demasiado pequeñas porque esto ocasionará una pérdida continua de diversidad genética por los efectos de la deriva genética y el aumento de la endogamia. Considerando los diversos aspectos de estos procesos, se ha llegado a una serie de recomendaciones en cuanto al número efectivo necesario de árboles que deben incluirse en una población de conservación.

Los tamaños reales de población que se necesitan para objetivos específicos de conservación, se tratan con más detalle en el Volumen 2 para la conservación *in situ* y en el Volumen 3 para la conservación *ex situ*. Brevemente, sin embargo, gran parte de la bibliografía sobre la materia sugiere que los tamaños de la población podrían variar de 50 hasta 5.000, dependiendo naturalmente de los objetivos reales de conservación. Como se mencionó anteriormente, en el nivel inferior de este rango (50+) el objetivo tiende a ser la variación genética cuantitativa (objetivos *ex situ*), y tratando de conservar a nuestra disposición los niveles más básicos de variación genética. En el extremo superior del rango (en millares) el objetivo tiende a ser genes de menor frecuencia, y también el mantenimiento de la variación genética cuantitativa

respondiendo a un equilibrio entre la deriva y la mutación, sobre todo en poblaciones naturales (objetivos *in situ*).

Desde un punto de vista práctico, el tener un objetivo de 5.000 árboles en lugar de 50 puede motivar un método de conservación sustancialmente diferente. ¿Puede ayudar la investigación a decidir con más precisión el número requerido? Pueden aplicarse diferentes métodos genéticos para orientar la decisión sobre el tamaño requerido de población, y la investigación puede dar



*Superficie de conservación genética in situ para la teca (Tectona grandis) en Ban Cham Pui, Lampang, Tailandia. (Erik Kjær/DFSC)*

cierta luz sobre los objetivos biológicos para cada método. La preocupación por la depresión por endogamia ha llevado, por ejemplo, a la recomendación de un número efectivo de población de unos 50 (véase por ejemplo Frankel y Soulé 1981), pero si está establecido que la especie sufre seriamente debido esto (endogamia), puede ser necesario un número mucho mayor. El mantenimiento de la diversidad genética “a largo plazo” mediante un equilibrio entre la deriva genética y las tasas de mutación poligénica (véase, por ejemplo, Franklin 1980; Lande y Barrowclough 1987) ha llevado a recomendaciones de 500 a 5.000, pero estos números dependen mucho de la tasa esperada de mutación poligénica. Por ello, en principio, estudios genéticos como los de tasas de autofecundación, número y efectos de alelos raros, depresión por endogamia, tasas de mutación poligénica o fuerzas selectivas naturales, podrían ayudar a la decisión sobre los tamaños de las poblaciones elegidas. Sin embargo, es difícil, costoso y lleva mucho tiempo estimar con precisión tales parámetros genéticos y por ello raramente están disponibles en la mayoría de los programas de conservación.

Además, los tamaños requeridos de población (50–5.000) son realmente números ( $N_e$ ) de “población efectiva” que no pueden utilizarse directamente como directrices. El número efectivo sólo igualará al número real de árboles bajo una serie de condiciones consideradas como ideales (Frankel y Soulé 1981); por ejemplo, todos los árboles son maduros, todos los árboles florecen igualmente, todos los árboles se cruzan entre sí al azar y todos los árboles producen la misma cantidad de semilla. Esto es muy improbable, de modo que el número efectivo de población suele ser menor que el número real de individuos en poblaciones reales y puede ser tan reducido como la mitad del número censal ( $N_c$ ) (Lynch 1996). Por lo tanto, una cuestión clave es la relación entre el tamaño real de individuos ( $N_c$ ) y el tamaño efectivo poblacional ( $N_e$ ). Esto es particularmente importante cuando es difícil y costoso incluir árboles adicionales en la población de conservación.

La relación entre  $N_e$  y  $N_c$  sólo puede establecerse estudiando factores tales como la variación en la fructificación, la presencia de estructura familiar, el cruzamiento al azar y generaciones solapadas. De estos factores, la variación entre árboles en cuanto a la producción de semilla, suele ser la más fácil de evaluar, porque puede hacerse mediante observación relativamente simple o con colecciones. También la variación en la producción de semilla y el éxito reproductivo en el rodal están probablemente entre las razones más importantes para el tamaño reducido de la población efectiva. Esto puede ser especialmente cierto para especies cuya interacción con los polinizadores se ve perturbada por influencia humana. En tales casos, las observaciones sobre producción de semillas o de frutos pueden ser muy valiosas, y la producción dispersa o inexistente de frutos indicaría que hay que modificar el manejo.

En la práctica, el número de árboles se debe considerar a partir del tamaño estimado del área protegida. Esto requiere algunos datos sobre el número aproximado de árboles

maduros por hectárea, que puede diferir mucho entre especies y entre poblaciones dentro de las especies. El bosque de teca Ban Cham Pui (véase la figura) contiene más de 50 árboles maduros por hectárea (dap >30 cm.), mientras que otros rodales de conservación de la teca Thai contienen menos de 15 de estos árboles por hectárea (Graudal *et al.* 1999). En bosques de diversas especies, las densidades pueden ser muy reducidas. Hubbell y Foster (1990), por ejemplo, informan sobre la presencia en un bosque virgen de Panamá de un gran número de especies arbóreas con un solo árbol cada 50 hectáreas.

De hecho, cuando se trata de asegurar la supervivencia a largo plazo de una población determinada, los factores demográficos y ambientales pueden fácilmente ser tan importantes como los procesos genéticos (Shaffer 1981; Lande 1988). Las modificaciones ambientales que influyen en la abundancia de los vectores de polinización (véase, por ejemplo, Bawa y Hadley 1990; Owens 1994), o los cambios del microclima necesarios para una regeneración natural bien lograda (Graudal *et al.* 1995), son ejemplos de tales factores que son probablemente muy importantes para mantener las poblaciones de las especies arbóreas a lo largo de varias generaciones. Estos factores suelen estar más o menos, directamente relacionados con el área, porque unos ambientes apropiados, y cualquiera de las interacciones necesarias con otras especies, suelen requerir unidades de conservación de centenares de hectáreas. Para especies distribuidas con relativa densidad, tan extensa superficie contendrá probablemente muchos más árboles de los necesarios desde un punto de vista puramente genético. Por ello es importante el seguimiento regular de la producción de semilla y de fruto, y la existencia de regeneración natural.

#### **4.6 Información e investigación que ayudan a la elaboración de directrices para el manejo y el uso de poblaciones de conservación**

Las actividades humanas en bosques conservados pueden tener implicaciones genéticas y estar reñidas con los objetivos de conservación. Indudablemente, la cuestión fundamental que debe tratar la investigación es qué clase de uso puede aceptarse o qué tipo de manejo se necesitará.

El aprovechamiento maderero y otros usos de los bosques pueden influir en su valor de conservación, como se analizó en el Volumen 2. La alteración de la composición de especies y de las condiciones microclimáticas, asociadas con el aprovechamiento maderero, pueden reducir la capacidad reproductiva de tales especies arbóreas debido a la disminución del tamaño de la población de sus polinizadores (Owens 1994). El aprovechamiento maderero de especies arbóreas específicas de baja densidad, puede incrementar también la distancia media entre dos árboles de la misma especie, hasta el punto de reducirse la oportunidad de la polinización cruzada. El cruzamiento lejano reducido puede ser bastante grave para muchas especies, dando lugar a una depresión por endogamia o la reducción de la fertilidad (Bawa 1994). Los cambios en las tasas de cruzamiento lejano después del aprovechamiento maderero, pueden estudiarse utilizando marcadores genéticos (Ghazoul y McLeish 2001) y también estimando las tasas de cruzamiento lejano con el paso del tiempo (Ritland y Jain 1981). No obstante, la mejor forma de seguir en el campo el éxito global de la fertilidad es hacer observaciones regulares sobre la producción de semillas o frutos y las tasas de regeneración natural. Es muy corriente que las especies arbóreas sólo florezcan con intervalos de tiempo irregulares y en consecuencia los resultados de tal seguimiento deben evaluarse con un cierto margen de tiempo. La existencia de regeneración natural es un indicador general de fertilidad, pero ésta debe evaluarse también teniendo en cuenta la naturaleza muy dinámica de la mayoría de los bosques.

Una línea natural de razonamiento basada en observaciones tras un período de seguimiento, podría ser, por ejemplo:

- ¿No hay regeneración natural?
- Si la hay: ¿es escasa la producción de frutos?
- Si la hay: ¿es escasa la floración?

Una floración escasa durante un largo período de tiempo, podría estar ocasionada por un cambio dramático en el microclima, porque el inicio de la floración es provocado con frecuencia por factores climáticos. Una producción escasa de semilla, a pesar de una buena floración, puede estar motivada por una baja densidad de polinizadores (véase, por ejemplo, Dreistadt *et al.* 1990, Ghazoul y McLeish 2001), o por factores ambientales como el estrés hídrico. Cuando la producción de semilla es la adecuada, la falta de brinzales en el suelo del bosque puede estar ocasionada por pastoreo, incendios o condiciones inapropiadas para la germinación y el desarrollo. Los resultados de la investigación que sigue la regeneración podrían dar lugar a intervenciones que mejorarían el estado de conservación de la especie en las áreas conservadas. Tal seguimiento no puede hacerse, lógicamente, con todas las especies; no obstante, es probable que sea menos costosa que los estudios con marcadores genéticos por lo que podría incluirse un número razonable de especies. Éstas pueden ser elegidas debido a su alta prioridad (véase la Sección 3.3) o porque representen diferentes estrategias ecológicas vitales.

El aprovechamiento selectivo de árboles rectos puede ocasionar una selección genética direccional hacia árboles de menor valor económico y troncos de peor forma. Los posibles efectos del aprovechamiento maderero selectivo dependen de la heredabilidad del carácter que se esté seleccionando (véase por ejemplo Falconer 1989), y de cómo se comporta la selección. En poblaciones naturales con especies y edades mezcladas, la heredabilidad es probablemente reducida para caracteres como el crecimiento, pero algo mayor para la forma del tronco. La respuesta genética tras una selección moderada, es de esperar, por tanto, que sea generalmente reducida, mientras que una degradación más severa de los bosques ocasionará cambios genéticos más rápidos e importantes y un valor comercial reducido en futuras generaciones (Ledig 1992; Savolainen y Kärkäinen 1992).

La heredabilidad para las especies y caracteres seleccionados se puede estimar en ensayos de campo en los que se cultiva y compara la progenie de los árboles elegidos (véase por ejemplo Lynch y Walsh 1998; Falconer 1989) (véase también el Volumen 3, Capítulo 4). Esto suele ser aplicable únicamente para especies que se emplean normalmente en plantaciones y, como requieren tiempo y recursos, tales estudios sólo son posibles para especies de alta prioridad y sujetas ya a una cierta forma de mejoramiento o pre-mejoramiento. Para la mayoría de los programas específicos de conservación, sería conveniente, aunque no fundamental, contar con información sobre la heredabilidad de los caracteres seleccionados.

Una fuerte selección negativa (aprovechamiento de árboles de gran valor) no debe tener lugar, lógicamente, en áreas de conservación. Sin embargo, cuando se combinan la conservación y el uso en áreas extensas (véase el Recuadro 4.3 como ejemplo), pueden ser muy importantes estos tipos de estudios (esto es, estudios de procedencias o heredabilidad). Antes de comenzar los ensayos de campo, es importante recordar que los resultados pueden no estar disponibles hasta pasados unos años e incluso más tarde.

El pastoreo y los incendios pueden perturbar la regeneración natural, introducir nuevas fuerzas selectivas e influir sobre la competencia entre especies. Los fuegos violentos pueden traducirse en la destrucción total del ecosistema existente e iniciarse con ello una migración sustancial, incluyendo especies colonizadoras. Muchos ecosistemas forestales están adaptados a fuegos ocasionales, pero una frecuencia superior a la normal puede ocasionar problemas para la regeneración de algunas especies. Por ejemplo, los fuegos repetidos se han identificado como obstáculos importantes para la regeneración natural en rodales naturales de *Pinus merkusii* en comarcas de Tailandia (Theilade *et al.* 2000) y en bosques naturales de *Baikiaea plurijuga* en Zambia (Theilade *et al.* 2001). El uso del suelo que incluye las quemaduras y el pastoreo de ganado mayor puede influir en los recursos genéticos mucho más gravemente que el aprovechamiento

### Recuadro 4.3 **Ejemplo de uso y conservación combinadas, en unidades de manejo de recursos genéticos en Malasia**

El Patrimonio Forestal Permanente (PFE) en Malasia peninsular está clasificado en bosques de protección, producción, recreación, investigación y educación:

- Los **bosques de protección** son áreas que no se explotan para madera, pero se mantienen en un estado natural para proteger las áreas de montaña y las cuencas hidrográficas y para conservar los recursos genéticos.
- Los **bosques de producción** se ordenan para la producción de madera y se aprovechan con turnos de corta de 30 a 55 años.
- Los **bosques recreativos** se reservan para recreo, ecoturismo y conocimiento público en materia forestal.
- Los **bosques de investigación y educación** se reservan para investigación, educación y conservación.

Antes de 1979, casi todos los bosques de producción estaban bajo el Sistema Malayo Uniforme (MUS); actualmente el sistema de manejo es el MUS o el sistema de manejo selectiva (SMS). Bajo el MUS se cortaban todos los árboles de diámetro superior al especificado y bajo el SMS el diámetro límite se establece sobre la base de las existencias esperadas en el futuro. Sin embargo, ambos sistemas extraen selectivamente los mayores árboles, esperándose que se produzca una fuerte erosión genética (o selección disgénica).

En numerosos países se han propuesto, desde hace bastantes años, áreas de recursos genéticos (ARGs) para muchos proyectos de conservación. Los sistemas de manejo de las ARGs pueden variar, pero tienden a un objetivo común: mantener poblaciones viables y la diversidad genética de la población original. Dentro de la Reserva Forestal de Ulu Sedili de Malasia se ha propuesto una de tales ARGs. Está compuesta de 30 tramos, 19 de los cuales han sido aprovechados mientras que 11 no se han aprovechado pero están programados para el futuro. Inicialmente, se han identificado 8 especies elegidas para medidas de conservación. Aunque cada especie individual requiere consideraciones individuales de manejo, después de realizar el inventario inicial en uno de los tramos, se decidió que deben dejarse por lo menos el 50 por ciento de los árboles de más de 30 cm. De dap. Dos de las ocho especies tenían una restricción total de corta y las otras tenían límites mínimos superiores de dap.

Se propuso que el proyecto ARG continuase durante 10 años (hasta 2005 aproximadamente), y que se siguiese regularmente (cada 5 años) después del aprovechamiento maderero. La aplicación más intensa de estos principios y métodos, se espera que beneficie al sector forestal de Malasia asegurando los rendimientos socioeconómicos de los bosques, manteniendo una diversidad genética insustituible y la protección ambiental para el futuro.

Fuente: resumido por A. Yanchuk a partir de Tsai y Yuan (1995)

maderero selectivo. Nuevamente, tales procesos se vigilan mejor observando el desarrollo con el tiempo de la distribución de especies y clases de tamaño incluyendo la presencia de regeneración. Por ello es valioso un seguimiento regular para poder intervenir si se observa que la situación está reñida con los objetivos de la conservación.

Aunque con frecuencia es importante combinar la utilización y la conservación de los árboles, su uso doméstico puede tener muchas consecuencias genéticas. La semilla empleada para la propagación de árboles cultivados en fincas agrícolas, se recoge, con frecuencia, de unos pocos árboles próximos y esto puede tener importantes consecuencias genéticas, sobre todo respecto al cruzamiento lejano de las especies. Por ello es importante conocer la distribución

histórica del germoplasma a nivel de la zona, al evaluar las consecuencias genéticas potenciales de las actividades de recolección y subsiguiente domesticación. Los estudios de los actuales canales para el aprovisionamiento de la semilla, incluyendo entrevistas con los agricultores, constituyen una forma de aclarar dónde se ha originado el germoplasma y cómo se distribuye. Este conocimiento puede ser un importante punto de partida cuando se diseñan estrategias para el manejo sostenible de los recursos genéticos de árboles plantados.

En la fase de propagación y cultivo pueden estar también implicados importantes procesos selectivos. Desde el punto de vista de la conservación, también es interesante conocer hasta qué punto están correlacionados genéticamente diferentes caracteres; esto es, si la selección para un carácter se traduce de un cambio involuntario en otro. La estimación de tales correlaciones requiere ensayos de progenies, pero normalmente sólo se puede disponer de esta información para especies de gran uso y valor actual (véase el Volumen 3, Capítulo 4).

Muchas especies no se plantan actualmente, aunque pueden tener un gran potencial para plantaciones. El uso de tales especies, como parte de un plan integrado de uso y conservación, puede requerir investigación sobre su cultivo. Tales estudios pueden centrarse en problemas relacionados con el aprovisionamiento de semilla, producción de plantas, establecimiento, cultivo y uso del producto final (Hansen y Kjær 1999). El rastreo inicial de un número mayor de árboles puede ser un medio importante de identificar especies de uso potencial (Butterfield 1995).

## **4.7 Conclusiones: ¿dónde aplicar los esfuerzos de investigación?**

Los estudios demográficos de las especies elegidas son con frecuencia parte importante de un programa de conservación. Tal estudio debe reflejar el estado ecológico y el desarrollo (como la existencia de árboles de las especies elegidas y la regeneración con éxito) y también el impacto humano y las amenazas potenciales.

Aunque es importante que las decisiones sobre conservación genética forestal estén basadas en el conocimiento genético de las especies de interés, también es importante señalar que éste no es necesariamente un requisito previo para actuar. En la mayoría de los casos la conservación de los recursos genéticos forestales requiere poblaciones representativas procedentes de áreas ecológicamente representativas o distintas, y una de conjunto sobre el estado de conservación de las diferentes poblaciones. Por supuesto, la investigación genética *per se* es importante para mejorar nuestro conocimiento general de los procesos genéticos y, de este modo, mejorar los conceptos generales y la selección de poblaciones específicas y de actividades de manejo para conservación. La investigación genética forestal es también muy útil en la creación de capacidad y la formación de genetistas que puedan conocer, promover y realizar el necesario trabajo de campo. Hay que atender cuidadosamente a la función y al objetivo específico de la conservación y al probable efecto de cualquier estudio de investigación genética que pueda emprenderse.

# PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN Y PAPEL DE LOS GOBIERNOS

por Lotte Isager, Ida Theilade y Lex Thomson

## 5.1 Introducción

Millones de personas, que representan una gran variedad de culturas y sistemas de uso del suelo, viven en los bosques o en sus proximidades. En los ambientes tropicales, muchas de estas personas son agricultores migratorios que han vivido durante generaciones en el bosque y lo han utilizado de acuerdo con sus sistemas especiales de barbecho forestal.

Aunque viven en el bosque o cerca de áreas boscosas y son dependientes en diversos grados de los productos del bosque natural, un gran número de estas poblaciones han experimentado dificultades crecientes para conseguir el acceso a los bosques locales y a sus productos. Estas dificultades pueden surgir debido a la deforestación, el aprovechamiento maderero, la presión de la población o las crecientes regulaciones de los gobiernos, incluyendo la declaración de bosques estatales, parques nacionales o reservas de fauna silvestre.

En muchos países, los planes para proteger los ecosistemas boscosos en reservas forestales y áreas protegidas, no han tenido en cuenta las necesidades ni los conocimientos de la población local (Anan Ganjanapan 1996; Wily 1997; Tuxill y Nabhan 1998; Kumar 2000). Cada vez se acepta más que la participación de la población local es fundamental para la conservación efectiva de las áreas forestales protegidas. Sin embargo, está poco documentada su participación y esfuerzos en la conservación de especies concretas de árboles elegidos.

La participación en la conservación forestal se asocia con frecuencia con el concepto de silvicultura comunitaria, que significa básicamente que un bosque está gestionado o co-gestionado por una población que vive cerca del mismo. Los escenarios legales, políticos y culturales en los que se practica la silvicultura comunitaria varían considerablemente y, consecuentemente, el término puede incluir una variedad de experiencias y sistemas diferentes. La silvicultura comunitaria es frecuentemente asociada en el sur y el sureste de Asia pero la silvicultura basada en las comunidades se encuentra en otras partes y se está desarrollando en otras regiones (Wily 1997).

En efecto, puede argumentarse que la silvicultura comunitaria ha existido casi siempre. Antes de la aparición de las regulaciones forestales modernas y de la administración centralizada, la población local manejaba la mayor parte de las áreas boscosas. Aún así, la propiedad y el manejo tradicional en el pasado no deben equipararse con la silvicultura comunitaria practicada en la actualidad.

Dentro de los marcos de los estados nacionales modernos, caracterizados por una mayor presión sobre los bosques, como resultado de una mayor demanda local y mundial, unido con la facilidad de acceso tanto a los bosques como a sus mercados gracias al desarrollo de una infraestructura; La silvicultura comunitaria debería participar aún de modo más importante a nivel estatal, nacional e internacional.

La participación local es importante en casi toda la conservación forestal, pero hay situaciones en que es absolutamente necesaria, por ejemplo en áreas caracterizadas por una alta presión demográfica y por conflictos en el uso de los recursos; en áreas de

propiedad comunal; y en pequeñas áreas protegidas, debido a su vulnerabilidad a las actividades humanas circundantes (véase Roche y Dourojeanni 1984). En estos casos, la conservación, en ausencia de participación local, es casi seguro que fallará. Al mismo tiempo en este capítulo se sostiene que la participación en sí misma no es garantía de éxito. Esto se debe a que el resultado de los procesos participativos depende con frecuencia de factores adicionales como el respaldo institucional y legal proporcionado por el estado, o de la educación e intereses de la población local y otros interesados. Como demuestran los estudios de casos presentados en este capítulo, los gobiernos y sus organismos desempeñan papeles importantes en los procesos participativos al proporcionar -o no proporcionar- el “ambiente favorable” para que se desarrollen plenamente estos procesos. De hecho, muchos estudios indican que la fórmula óptima para la conservación es el control y el manejo conjunta del gobierno y la población local (véase por ejemplo Singh 1996; Hirsch *et al.* 1999).

Comprometerse en los procesos participativos y crear un ambiente legal y administrativo apropiado para que sigan adelante, son aspectos fundamentales y complementarios de la conservación de los recursos genéticos forestales. Para recalcarlo, el presente capítulo trata de las diferentes perspectivas de los procesos participativos y de los elementos clave de los ambientes que los favorecen; esto se traduce en estructuras institucionales y reguladoras apropiadas, proporcionadas o aseguradas por el estado, la tenencia segura de la tierra, y diversas formas de creación de capacidad. El capítulo no pretende aportar un análisis intelectual completo de los complejos problemas políticos y culturales relacionados con la conservación forestal y la participación de la población. La intención es más bien ofrecer una visión general de aspectos importantes del contexto político y cultural en el que tienen lugar inevitablemente los procesos participativos. De acuerdo con ello, se presentan algunas sugerencias prácticas sobre cómo se pueden mejorar estos procesos.

Hay que señalar que los métodos participativos, como las técnicas de evaluación rural participativa (ERP), no se discuten en este capítulo pues existe ya una bibliografía completa y fácilmente asequible sobre esta materia (por ejemplo Chambers 1992; Wilde y Vainio-Mattila 1995a,b,c; Davis-Case 1989, 1990).

Este capítulo dirige su atención a una serie de procesos concretos de conservación participativa que están actualmente en marcha en diferentes partes del mundo. Ninguno de estos estudios de casos es ideal, en el sentido de que no existan intereses enfrentados, conflictos sociales o dificultades técnicas. Aún así, los estudios de casos que aquí se presentan son bastante más positivos que la mayoría de los ejemplos que se encuentran actualmente en el mundo. Es, en efecto, una decisión deliberada no repetir casos bien conocidos de procesos participativos que han fracasado y, en vez de ello, centrarse en cómo, mediante una combinación de cooperación y esfuerzo político, la población se las ha arreglado para abordar problemas y conflictos inevitables, de forma constructiva e innovadora.

## **5.2 ¿Qué significa la participación?**

El concepto de participación surgió originalmente de una crítica radical de la corriente general de los proyectos de desarrollo de las décadas de 1960 y 1970. Las críticas cuestionaban por qué los proyectos de desarrollo no dieron con frecuencia los resultados esperados, llegando a la conclusión de que el problema estuvo en la falta de participación de la población. Se argumentó que demasiados proyectos fueron diseñados y realizados sin ningún debate ni cooperación con la población cuyas vidas iban a modificarse por los proyectos.

Lamentablemente, desde entonces, el término “participación” se ha usado en exceso, convirtiéndose en parte de la jerga del desarrollo. Parece estar siempre presente en las descripciones y planes de los proyectos, debido con frecuencia a que las organizaciones donantes, en gran parte por razones políticas, exigen que los proyectos utilicen un método “participativo”. Lamentablemente también, los planificadores y ejecutores de los proyectos hablan frecuentemente de “participación”, aunque continúan con su estilo tradicional de manejo sin ninguna participación real de los demás (Wily 1997). No obstante, el participación real continúa siendo un objetivo por el que vale la pena esforzarse.

Los promotores y planificadores de la conservación con frecuencia quieren decir cosas muy diferentes con el término “participación”. Adnan (1992) definió tres significados básicos del término que se encuentran frecuentemente:

- Un proceso en el se pone a disposición del público información sobre un proyecto programado. Este tipo de participación suele incluir únicamente a los líderes de las comunidades, a los que se escucha, pero el poder de la toma de decisiones queda en manos de los planificadores y ejecutores del proyecto, que no dejan de ser personas ajenas a la comunidad.
- Actividades relacionadas con el proyecto, en vez de un mero flujo de información. Esto puede incluir mano de obra procedente de la comunidad, o un compromiso a más largo plazo por parte de grupos locales, para mantener servicios o instalaciones o incluso planificar su utilización futura. También aquí la iniciativa procede del exterior. La población está involucrada, pero no en el control.
- Un proyecto que es resultado directo de las propias iniciativas de la población. Un ejemplo bien conocido de esta forma de participación es el movimiento Chipko que comenzó en los Himalayas en la década de 1970, cuando las mujeres se movilizaron para proteger los árboles, que eran vitales para su economía. (Shiva 1988).

Hay muchas formas intermedias entre estas tres categorías. Como el término participación puede tener significados diferentes, algunas personas sostienen que carece de sentido, sirviendo con demasiada frecuencia para disimular la continuación de la planificación vertical (Rahnema 1992). Otros han argumentado que no es razonable describir un proceso como participativo si sólo se pide a la población local que aporte información o mano de obra para un proyecto que ya está diseñado y decidido por los planificadores (Gardner y Lewis 1996). De acuerdo con estos argumentos, consideramos que la participación es real cuando la población está implicada en la planificación, la organización y la toma de decisiones de un proyecto, desde su mismo comienzo, a fin de que se ajuste a sus necesidades y capacidades.



*El resultado de la participación depende también de factores tales como el respaldo institucional y legal proporcionado por el Estado.  
(Ole Hein/Nepenthes)*

## Recuadro 5.1 El manejo forestal conjunto en la India

En la India, alrededor de la mitad de los estados han aprobado una estrategia de manejo forestal conjunta (JFM), en la cual los departamentos forestales y las comunidades ordenan conjuntamente los bosques y distribuyen las responsabilidades y los derechos de los usuarios. La idea de la JFM tuvo su origen en Bengala Occidental, cuando un oficial forestal implicó a comunidades de la periferia del bosque en el manejo de los bosques de sal (*Shorea robusta*) que se habían reducido a formaciones arbustivas por explotación excesiva. El resultado de la participación de las comunidades fue un notable rejuvenecimiento de los bosques de sal. Los análisis de las imágenes del Landsat demostraron que la cubierta de bosque denso aumentó del 11 al 20% sólo en el Distrito de Midnapore. En la parte meridional de Bengala Occidental, a pesar del continuo crecimiento de la población en las dos últimas décadas, la participación de la población en el manejo de sus bosques se ha traducido en que muchos kilómetros cuadrados de matorrales de bosque degradado, estaban mejorando su calidad hacia la categoría de bosque abierto.

Estimulado por este éxito, el Gobierno Indio amplió el programa durante la década de los años 90. Hoy día, cerca de 4.000 km<sup>2</sup> de bosque degradado están ordenados por más de 3.500 comités de protección de bosque e incluyen el 5,5% de la cubierta de bosque de la India (Saxena 1999).

Bajo la JFM la propiedad legal del suelo continúa siendo de los departamentos forestales gubernamentales; los comités de aldea son co-gestores del bosque y tienen derecho a participar en sus productos. Los comités de protección forestal controlan el acceso a los bosques y los ordenan. Estas instituciones comunitarias locales están demostrando ser más eficaces que los departamentos forestales estatales en la protección del bosque. La regeneración de los bosques proporciona actualmente más productos medicinales, fibras, forrajes, combustible y productos alimenticios para la población rural, cuyos niveles de vida se mejoran con ello.

La estrategia de la JFM ha requerido un cambio de actitud tanto de los departamentos forestales como de las comunidades rurales. Éstas han tenido que organizarse de nuevas formas, solucionar conflictos en las aldeas y entre distintas aldeas, y trabajar conjuntamente con los oficiales forestales. Estos han tenido que comunicarse con la población local y compartir el poder de la toma de decisiones. Para facilitar este proceso de participación, el Gobierno Indio ha dado respaldo legal e institucional, incluyendo reformas agrarias, programas de silvicultura social, compartir los derechos de uso con la población y educar a los oficiales forestales para tratar con procesos participativos.

Se ha sostenido que la JFM de la India es un concepto que describe experiencias divergentes que varían, desde la participación real en la toma de decisiones, a la mera ejecución de las órdenes de los funcionarios del gobierno (Kumar 2000). Con frecuencia, los oficiales forestales elaboran las normas para los comités de protección forestal y la asociación entre los departamentos forestales y las comunidades de aldea, es generalmente desigual, ya que la mayor parte del poder permanece en manos de los primeros (Tewari 1996). El conflicto entre los grupos locales sobre las tierras y los derechos de tenencia, es otro desafío de la JFM, porque las cuestiones sin resolver sobre el estado legal de los derechos consuetudinarios, en muchos casos hacen difícil en la práctica llevar a cabo el manejo forestal local (Buckles y Rusnak 1999).

Una lección importante aprendida de la experiencia de la JFM en la India, es que involucrar a las comunidades locales en el manejo de los bosques, ha llevado a una protección forestal más eficaz. Otra razón importante es que la conservación sostenible depende de las actitudes de cooperación de la población local y los oficiales forestales y, de modo importante, del respaldo legal e institucional del estado.

Basado en Singh (1996)

## Recuadro 5.2 Conservación de RGF en Tailandia

El bosque Khong Chiam de conservación genética *in situ* (BCG), situado en la provincia de Ubon Ratchathani en el nordeste de Tailandia, es una de un grupo de áreas arboladas del sudeste de Asia, que se ha reservado específicamente para la conservación de recursos genéticos forestales. En 1983, se reservó un área de 700 ha. con el objetivo de proteger los recursos genéticos de especies arbóreas locales, especialmente la forma de tierras bajas del *Pinus merkusii*, que tiene un crecimiento más rápido y temprano que las originarias de tierras altas. Tiene este pino un buen potencial para utilizarlo en programas de replantación, y se considera como un recurso genético de alta prioridad. La población de *P. merkusii* de Khong Chiam es una de las seis únicas poblaciones conocidas de tierras bajas en Tailandia, estando todas ellas fuertemente amenazadas. Otras importantes especies arbóreas conservadas en Khong Chiam incluyen *Anisoptera costata*, *Dalbergia cochinchinensis*, *Dipterocarpus costatus*, *Ivingia malayana*, *Peltophorum dasyrachis*, *Pterocarpus macrocarpus* y *Schima wallichii*.

Inicialmente, las principales actividades de conservación consistieron en la elaboración de cartografía y la demarcación del área; el establecimiento de caminos de acceso e inspección y cortafuegos; el traslado de asentamientos ilegales; y la prohibición de actividades agrícolas, extracción de la resina, quema de carbón vegetal y recogida de leña. Enseguida funcionó con éxito el BCG gracias al personal local del Departamento Forestal Real Thai (RFD), que cultivó unas buenas relaciones con la población local. La concienciación de la población local sobre los problemas de conservación y la finalidad del BCG se incrementó mediante una campaña informal de educación pública.

A finales de la década de 1980, las aldeas circundantes experimentaron un considerable aumento de población porque llegaron inmigrantes procedentes de las provincias vecinas. Esto motivó el incremento de la presión sobre el suelo y los recursos. A través de los años 90 disminuyó la capacidad y la voluntad del personal forestal local para hacer cumplir las normas del BCG. En 1997 habían aparecido varios asentamientos ilegales dentro del BCG y habían comenzado ciertas actividades agrícolas. Casi todos los árboles maduros de *P. merkusii* se estaban utilizando para la producción de estacas para quemar. La regeneración de pino era dispersa como resultado de la limitada producción de semilla viable y de un ambiente poco favorable para la regeneración. El aprovechamiento maderero ilegal y la producción de carbón vegetal estaban amenazando a otras especies arbóreas importantes dentro del BCG. En 1998, era evidente que el método de conservación basado en normas protectoras y prohibitivas del personal forestal, limitado por presupuestos y apoyo insuficientes de otros organismos, no tenía ningún éxito (Granhof 1998). Una inspección en 1999 reveló que casi todos los árboles de pino estaban seriamente dañados por la corta de estacas para quemar y con alto riesgo de muerte.

Una lección aprendida en Khong Chiam es que la conservación de los recursos genéticos forestales no era posible sin el apoyo activo y la participación de las poblaciones circundantes. Otra lección ha sido que la conservación sostenible depende de unas buenas relaciones continuadas entre el personal forestal y la población local. Todos los miembros del personal deben ser educados sobre la forma de comunicarse y cooperar con la población local, de tal modo que unas buenas relaciones no dependan exclusivamente de las cualidades de individuos específicos. Una tercera lección es que es necesaria la cooperación entre los diferentes organismos gubernamentales para lograr una conservación sostenible.

En respuesta a estas experiencias, el RFD y el Programa de Conservación y Manejo de Recursos Genéticos Forestales (FORGENMAP) acaban de incluir el BCG de Khong Chiam en una nueva red de áreas piloto de conservación *in situ* conocidas como "Asociadas de Conservación de Recursos Genéticos Forestales". Se utilizará un método participativo

*continúa*

basado en los sistemas de silvicultura comunitaria desarrollados por el Centro Regional de Formación en Silvicultura Comunitaria (RECOFT) y aplicados con éxito en otros lugares por el personal provincial del RFD. Sin embargo, si se quiere conservar el *P. merkusii* en el BCG, este método deberá suplementarse con medidas de conservación más urgentes, incluyendo (1) el cumplimiento de la prohibición de la producción de estacas para quemar; (2) el control del pastoreo de búfalos, que comen la regeneración de pino; (3) el fomento de la regeneración natural creando unas condiciones adecuadas para la diseminación junto a los árboles padre de *P. merkusii*; (4) la recolección de semilla o la recogida de injertos de los *P. merkusii* sobrevivientes, para el establecimiento de un pequeño rodal de conservación genética en una localización segura en Ubon Ratchathani.

Fuentes: Departamento Forestal Real, Tailandia; y Jens Granhof/FORGENMAP (1998)

### 5.3 La participación como proceso social

La participación de la población es fundamental en proyectos de desarrollo y también en la conservación de los recursos naturales, incluidos los recursos genéticos forestales. Si la participación efectiva en la conservación significa implicar a la población en todos los procesos de organización y toma de decisiones, surge entonces la pregunta de cómo crear este tipo de participación. Para comenzar, es conveniente pensar que la participación es un proceso de



*Aldeanos, la ONG local "Cuidado de la Naturaleza" y el Departamento Forestal Real de Tailandia, discuten el manejo y conservación de los bosques naturales que rodean la aldea.*  
(Ida Theilade/CSFD)

comunicación y trabajo conjunto con diferentes personas y grupos a fin de lograr una meta común. La participación es aprender cada uno de los demás, tanto de los conocimientos como de los errores; no es algo que puede suceder sólo una vez. Es un proceso que lleva tiempo, compuesto de diferentes pasos y fases, cada uno de los cuales presenta nuevas percepciones y desafíos. La participación es a veces difícil pero las recompensas de procesos auténticamente participativos suelen ser impresionantes porque se logra una conservación forestal más efectiva (Banco Mundial, 1996; Wily 1997).

La conservación de los recursos forestales requiere que los interesados confíen entre sí y se comprometan en la tarea del uso forestal sostenible. A fin de crear relaciones de confianza,

es posible que se tengan que cambiar los procedimientos legales o administrativos o redistribuir el poder. Con frecuencia, la confianza mutua necesita tiempo para desarrollarse, sobre todo si los interesados no tienen experiencia previa sobre participación en la toma de decisiones y en cuanto a responsabilidades de manejo. Los planificadores en particular y otros interesados, pueden contribuir mucho a fortalecer las relaciones de confianza, escuchando atentamente las ideas o las quejas que plantean otros y actuando de una manera considerada y auténticamente respetuosa hacia todos los implicados. Por encima de todo, vale la pena señalar que son las acciones concretas de los interesados, en sus relaciones mutuas, más que sus palabras o promesas, las que en definitiva determinan que evolucione o no la confianza.

Es importante considerar cómo un proceso de conservación, en sí mismo, puede ayudar o no a catalizar las relaciones de confianza y el compromiso entre los interesados. Un calendario ambicioso para una actividad dada de conservación puede, por ejemplo, hacer difícil conseguir

la confianza y el compromiso de todos los interesados. Con frecuencia se prevé que tales proyectos duren sólo unos pocos años, antes de que los “forasteros” dejen de nuevo el área. Si el personal del proyecto se marcha antes de que sean visibles, para los interesados locales, los efectos positivos de las actividades de conservación, es menos probable que éstos continúen comprometidos con el proceso de conservación.

Las preferencias de los donantes por los proyectos de gran escala frente a los de pequeña dimensión, pueden crear también por descuido barreras para la confianza y el compromiso. Esto sucede especialmente si los gestores del proyecto (personal local o foráneo) desean que otros interesados se comprometan hasta un nivel que sobrepase sus capacidades y aspiraciones. Tal método, propuesto a veces con la mejor intención para la participación de la gente, puede hacer que se sientan inseguros otros interesados y terminar por no llegar a ningún compromiso o participación. A fin de evitar tales situaciones, las actividades de conservación tienen que organizarse de tal modo que los interesados, particularmente los que no tienen experiencia previa en participación, puedan comprometerse gradualmente, tarea por tarea, y desarrollar progresivamente relaciones de confianza. Todos los interesados clave deben por tanto estar implicados, desde el principio del proceso de planificación, en actividades de conservación, incluyendo la recogida de datos básicos hasta la ejecución real del manejo forestal conjunta.

## **5.4 El método participativo en la conservación de recursos genéticos forestales**

Como se mencionó anteriormente, nunca habrá dos procesos participativos que sean idénticos porque la población, los bosques y otras circunstancias varían de un lugar a otro y de un tiempo a otro. Incluso así, la mayoría de los procesos participativos incluirán una serie de fases o pasos diferentes para la conservación de los recursos genéticos forestales.

### **Paso 1: identificación de las especies y áreas a proteger**

Es discutible que esta actividad pueda o deba ser siempre participativa, en el sentido real de la palabra, ya que los objetivos de la conservación tienden a ser definidos inicialmente por oficiales del gobierno o científicos. Hay, sin embargo, casos como el movimiento Chipko y el Programa de Conservación de la Biodiversidad del Sur del Pacífico (véase Volumen 2, Recuadro 4.7), donde la población define sus propios fines de conservación, que a continuación se presentan a la atención del gobierno.

Aparte de que la formulación inicial de los objetivos de conservación provenga de los planificadores de conservación del gobierno, o de grupos locales, en un proceso auténticamente participativo, es fundamental que estos objetivos queden abiertos para discusión y reformulación, una vez que otros interesados lleguen a involucrarse en el proceso de planificación. En la Figura 5.1. se aclara en el paso 5, que establece que todos los interesados deben participar en la re-evaluación de los fines de la conservación.

### **Paso 2: identificación de estaciones adecuadas**

Entre las áreas adecuadas, se seleccionará una o más; es probable también que en esta fase no se requiera siempre una participación plena. Si las estaciones son seleccionadas inicialmente, por ejemplo, por planificadores y científicos del gobierno, es crucial que otros interesados puedan recusar o cambiar posteriormente esta decisión durante el proceso. Como mínimo, los interesados locales deben poder proporcionar información local sobre las características de cada rodal que pueden considerarse importantes en el período de evaluación científica.

### Paso 3: análisis de los interesados

En esta fase es necesario aclarar varias cuestiones (véase Grimble *et al.* 1995; Danida 1996):

- ¿Quién se verá afectado por las actividades de conservación?
- ¿Cuáles son sus intereses?
- ¿Quién tiene derecho a participar?
- ¿Cómo afectan los diferentes interesados al área de conservación?

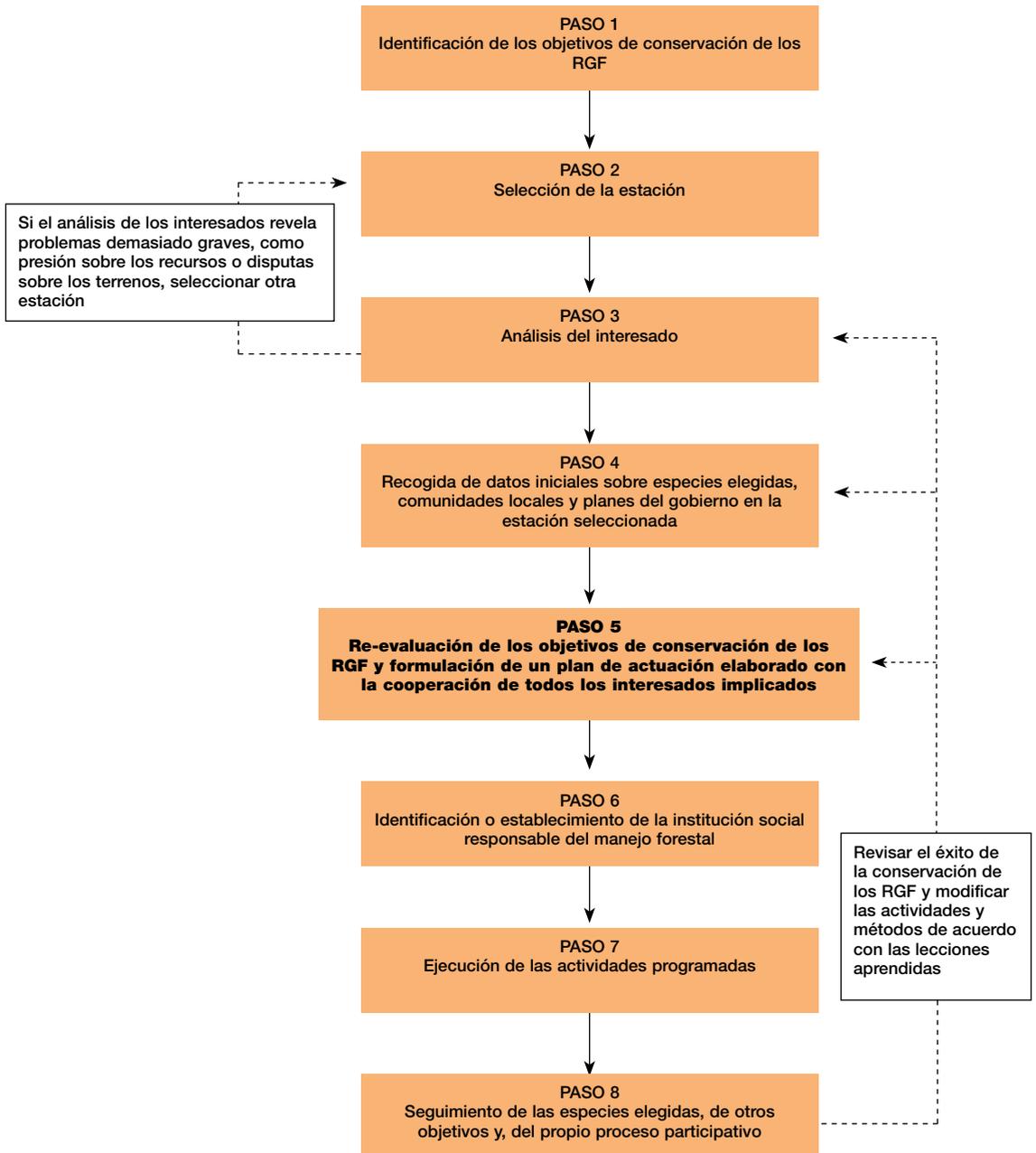


Figura 5.1 Un modelo de proceso participativo en la conservación de recursos genéticos forestales (CSFD)

Durante esta fase es importante considerar que los intereses de la población en una determinada especie o área de bosque, incluyen más que la simple economía. Los árboles y los bosques pueden tener para la población un valor espiritual, recreativo o estético y éstos pueden ser tan importantes como los intereses económicos. Dependiendo de lo que sientan sobre las actividades de conservación, los diferentes interesados pueden desear participar de diversas formas. Si un grupo de personas o una comunidad local se define como un solo interesado, debe recordarse que todos los miembros de este grupo, o de una multitud de grupos, pueden no tener el mismo interés, conocimiento, acceso y derechos sobre el bosque y sus recursos. Esto puede ser así también en cuanto al gobierno o a organizaciones no gubernamentales, porque en muchos países, diferentes organismos y departamentos gubernamentales pueden estar involucrados en el manejo del territorio y el manejo del bosque. Véase el Cuadro 5.1 como ejemplo de análisis de interesados.

#### **Paso 4: recogida de datos iniciales**

Se necesitan por lo menos tres tipos diferentes de datos:

- políticas y planes del gobierno respecto a las estaciones propuestas para la conservación de recursos genéticos forestales
- datos sobre las comunidades locales y procedentes de las mismas
- datos sobre el bosque y sus recursos.

Lo ideal es que un equipo de profesionales e interesados, incluidas las comunidades locales, trabajen conjuntamente para recoger los datos iniciales.

Como se mencionó anteriormente, diferentes organismos gubernamentales pueden tener autoridad en un área determinada y algunas veces sus planes para aquella área no son compatibles. Es crucial que los planificadores conozcan si los planes gubernamentales existentes que pueden estar en conflicto con el objetivo de la conservación. Si este es el caso, habrá que considerar estaciones de conservación alternativas a menos que el departamento del gobierno esté dispuesto a cambiar sus planes.

Análogamente, es fundamental obtener información sobre las comunidades locales. Gran parte la pueden recoger las propias poblaciones y suplementarla a partir de fuentes de información oficiales. ¿Cómo organiza la población el uso del suelo y del bosque? ¿Cuál es la historia local del uso del suelo? ¿Tiene la población derechos de uso sobre el bosque? ¿Se beneficiarán de la conservación de los recursos genéticos forestales? ¿Cuáles son las tendencias en cuanto a presión demográfica? ¿Cuáles son las necesidades de la población en lo referente a la subsistencia? Evidentemente, las medidas de conservación cuyos beneficios para la población local sobrepasan a los costos tienen mayor probabilidad de éxito. Utilizando las necesidades de la población y los sistemas de manejo forestal, como punto de partida, se logrará que la conservación tenga mayor probabilidad de éxito a largo plazo.

Los datos básicos iniciales sobre un bosque y sus recursos, son lógicamente necesarios para la planificación de la conservación. Habrá que realizar estudios e inventarios forestales. Deberán establecerse las tendencias históricas en materia de recursos. ¿Ha desaparecido o ha llegado a ser rara alguna especie arbórea concreta? ¿Hay suficiente regeneración? En algunos casos puede obtenerse esta información involucrando a la población local en la elaboración de cartografía de uso del suelo y de recursos (véase el Recuadro 5.3).

#### **Paso 5: re-evaluación de los objetivos**

Identificados todos los interesados y recogidos los datos básicos iniciales necesarios para la planificación subsiguiente, los interesados necesitan conocer y re-evaluar los objetivos de las actividades de conservación. Durante esta fase es necesario definir también las actividades específicas de conservación, los programas y los recursos requeridos. Puede haber casos en que los oficiales del Gobierno u otros planificadores de la conservación, han

## Cuadro 5.1 Análisis de interesados, área de conservación *in situ* Khong Chiam, Tailandia

Interesados	Intereses	Actividades	Influencia sobre los recursos genéticos forestales
<b>Aldeanos locales (residentes a largo plazo, inmigrantes recientes, y usuarios forestales)</b>			
	Alimentos	Aprovechamiento de fuentes de alimentos de subsistencia (incluyendo nueces, frutos, tubérculos y hongos)	Efecto mínimo
	Madera	Aprovechamiento de madera para construcciones locales y otros fines	Amenaza a las especies preferidas
	Nuevas tierras para producción de cultivos	Desmante del bosque	Amenaza al ecosistema
Recolectores de plantas medicinales	Plantas medicinales	Aprovechamiento de hojas y corteza para medicinas tradicionales	Efecto muy limitado
Resineros	Resina	Resinación de Dipterocarpos para la producción de resina	Efecto limitado
Recolectores de estacas para quemar	Estacas para quemar	Aprovechamiento de estacas de <i>P. merkusii</i> para la venta	Efecto importante, amenaza para el <i>P. merkusii</i>
Productores de carbón vegetal	Carbón vegetal	Corta de madera para hacer carbón para la venta	Amenaza para las especies preferidas
<b>ONG: Cuidado de la naturaleza (Nature Care)</b>			
	Conservación forestal Bienestar de los aldeanos locales Distribución equitativa de beneficios	Educación pública	Se mantienen los recursos genéticos forestales mediante el uso
<b>Organismos gubernamentales. En Tailandia, 19 distintos departamentos y organismos gubernamentales están implicados en el manejo del territorio incluyendo:</b>			
Departamento Forestal Real Thai	Manejo y conservación forestal	Cumplimiento de la legislación y las regulaciones forestales	Conservación de los recursos genéticos forestales <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>
	Área Piloto de Investigación asociada con la conservación	Talleres de investigación con la población local	Programas de domesticación y mejoramiento genético de especies arbóreas prioritarias
Gobierno Provincial	Desarrollo	Infraestructura local y provisión de servicios gubernamentales	Efectos diversos, con frecuencia negativos, dependiendo de las actividades
<b>Proyecto donante: FORGENMAP/DANCED</b>			
	Conservación de recursos genéticos y ecosistemas forestales Área piloto asociada con la conservación	Formación de personal del departamento forestal Suministro de semilla Talleres con la población local	Conservación y mejor utilización de los recursos genéticos forestales

determinado por sí solos los objetivos de la conservación y han seleccionado las estaciones. En tales casos, es fundamental que los interesados que no hayan participado hasta entonces, se hagan participantes reales en esta etapa del proceso de conservación. Algunos interesados pueden identificar finalidades y actividades que ellos consideren vitales para la conservación forestal sostenible; por ejemplo, la adquisición de la tenencia o los derechos de los usuarios del bosque, el reconocimiento formal del gobierno de las normas forestales tradicionales o la capacitación de los interesados. Tales objetivos sociales y políticos, pueden ser tan importantes para estos interesados, como lo son específicamente para otros los objetivos técnicos forestales.

## **Paso 6: identificación de la institución que será responsable de las actividades de conservación**

En algunos casos pueden existir ya instituciones apropiadas que estén en condiciones de asumir las responsabilidades para la ejecución y el seguimiento de las actividades de conservación. En otros casos, puede ser necesario establecer un comité de manejo forestal. Será importante considerar, por ejemplo, cómo han de participar los diferentes interesados. ¿Hay que constituir un comité de carácter local o deben incluirse organismos externos? ¿Cómo debe organizarse la comunicación? ¿Cómo deben seguirse las actividades y a cargo de quién?

## **Pasos 7 y 8: ejecución y seguimiento**

Durante estas fases, un proyecto de conservación encontrará su propia forma, a medida que progresen las diversas actividades. La ejecución de las actividades o el seguimiento de las especies elegidas, y no olvidando los aspectos sociales o políticos del propio proceso de conservación, harán volver automáticamente a los pasos previos del proceso participativo. Como se indica por las líneas punteadas de la Fig. 5.1, puede ser necesario hacer un nuevo análisis de interesados porque hayan aparecido interesados adicionales o porque las partes involucradas adquieren nuevos intereses o, en realidad, pierden intereses determinados en una especie o un área geográfica. Análogamente, en cualquier momento durante un proceso participativo, los interesados pueden darse cuenta de que los datos básicos disponibles tienen que revisarse o suplementarse mediante formas adicionales de información, por ejemplo porque el mismo proceso ha originado cambios sociales o económicos para las partes involucradas. Los proyectos tienen que diseñarse con un alto grado de flexibilidad para acomodarse a tales cambios. La ejecución y el seguimiento deben ser también participativos.

### **5.4.1 Suposiciones sobre las comunidades y la población local**

En los proyectos de conservación, una aldea o una comunidad local pueden identificarse a veces, de modo general, como un solo interesado. No obstante, es importante examinarlo, y también otras suposiciones sobre las comunidades locales. He aquí algunos ejemplos de suposiciones incorrectas que se mantienen frecuentemente:

- **Las comunidades locales son entidades homogéneas.** La mayoría de las comunidades locales se caracterizan, en realidad, más por las divisiones sociales que por la igualdad en cuanto a tenencia de tierras poder y conocimientos. Las mujeres y los hombres pueden tener intereses diferentes en un bosque. La gente sin tierras puede desear el acceso al bosque y sus recursos para fines distintos de los de los propietarios de tierras. Si sólo los líderes de la comunidad (que suelen ser hombres) están involucrados en un proceso participativo, existe el riesgo de que se pasen por alto los intereses de otros grupos de la misma comunidad. El hecho de no considerar los puntos de vista de todos los miembros de la comunidad es una causa corriente de conflictos.
- **Las comunidades locales viven de acuerdo con valores tradicionales estables.** La idea de que las comunidades locales no cambian o adquieren nuevos conocimientos, costumbres e intereses, es equivocada. Las tradiciones sociales y culturales cambian a medida que la gente consigue nuevas opciones, ideas y tecnología.



*Resin tapping generates income for local people at Khong Chiam gene conservation area, Thailand.  
(Ida Theilade/DFSC)*

- **Las comunidades locales dependen de los productos forestales para su subsistencia y por ello tienen interés en proteger el bosque.** Es cierto que mucha gente que vive en los bosques tropicales o sus proximidades es muy dependiente de los recursos forestales. Sin embargo, en muchos países, el desarrollo de la infraestructura y el acceso a los mercados urbanos de mano de obra, han hecho que la población rural dependa mucho menos de los productos forestales que en el pasado. En otras palabras, no puede suponerse automáticamente que las comunidades rurales sientan la necesidad de conservar el bosque.
- **La población local aprecia el bosque y por ello desea protegerlo.** En realidad, las percepciones culturales del bosque varían de un grupo a otro y de un país a otro. En efecto, los grupos sociales tienen diferentes formas de pensar y de actuar respecto al bosque, lo que puede parecer ininteligible o paradójico para observadores foráneos. Por ejemplo, aunque a la población le puede gustar y apreciar mucho el bosque, en el sentido de que les proporciona leña, alimentos, medicinas y madera, el bosque puede asociarse al mismo tiempo con significados negativos. En el sureste de Asia, por ejemplo, el bosque se ha percibido tradicionalmente como un mundo de seres incultos e inmorales, incluyendo espíritus, animales salvajes y grupos étnicos minoritarios. Como tal, el bosque va unido a nociones de retraso y de peligro y lleva consigo un significado negativo para mucha gente de estos países (Davis 1984; Stott 1991; Isager 2001). Pueden ser muy aficionados a desmontarlo y ampliar la producción agrícola, que en su opinión es más civilizada y deseable.
- **La población local destruye el bosque porque no le importa.** Esta suposición es posiblemente tan corriente como la anterior. Ambas ideas están basadas en la incorrecta noción de que las percepciones y sentimientos de la población sobre los bosques son sencillos y concretos y les hace actuar de modos bien definidos y uniformes. En realidad, los conocimientos de la gente (sobre el bosque, por ejemplo) y la relación entre sus conocimientos y sus acciones concretas, son temas muy complicados, debiendo evitarse la simplificación excesiva (véase Barth 1993; Bourdieu 1990).
- **La población local tiene un conocimiento profundo de su medio ambiente.** Este supuesto es tan corriente como el supuesto contrario de que los conocimientos de la población local, sobre los bosques y la biodiversidad, son irrelevantes para los planificadores de la conservación. En realidad, la gente que vive en el bosque tiene un conocimiento considerable de los recursos forestales y la ecología y los planificadores gubernamentales, o “asesores externos”, con demasiada frecuencia subestiman este conocimiento. Al mismo tiempo, sin embargo, no debe suponerse que toda la población, por el hecho de estar etiquetados como locales o indígenas, tienen un conocimiento profundo de su ambiente natural. Diferentes miembros de una comunidad local conocen diferentes cosas de modos diferentes y, en todo caso, los conocimientos de la gente son sólo una consideración que determina cómo actúan respecto al bosque.
- **La población local practica formas superiores de manejo del medio natural.** Algunos grupos han desarrollado sistemas de manejo del medio natural notablemente afinados, y recientes estudios de los sistemas indígenas de manejo forestal han demostrado que, con frecuencia, mantienen del 50 al 80 por ciento de la biodiversidad que se encuentra en ecosistemas forestales naturales de sus alrededores (Lawrence, Peart y Leighton 1998, citados en Poffenberger 2000). Sin embargo, debe señalarse que los sistemas tradicionales de manejo han sido en el pasado frecuentemente sostenibles debido a la baja presión de población, al aislamiento geográfico y a la falta de tecnología y maquinaria modernas (como, motosierras o camiones de aprovechamiento maderero) más que a consideraciones ecológicas (véase Ellen 1986; Milton 1996). En otras palabras, los conocimientos de la población local o indígena no deben idealizarse ni suponer que es sólo su conocimiento o su cultura lo que ha hecho sostenibles en el pasado sus sistemas de manejo. Más bien,

debería discutirse con la población local qué aspectos de sus sistemas tradicionales de manejo pueden incorporarse con más eficacia a la planificación de la conservación.

## 5.4.2 Los conflictos y cómo resolverlos

Los intereses divergentes y las disputas entre interesados desembocan a veces en grandes conflictos. Como observaron Ayling y elly (1997), ya no hay “fronteras de recursos” en el mundo y prácticamente todo cambio de uso del suelo o expansión de la utilización de recursos tiende a acarrear un conflicto, ya sea entre naciones, regiones, distritos o individuos. Dentro de las aldeas, las divisiones por líneas familiares de géneros o clanes o antiguas enemistades personales entre individuos, pueden enardecerse por conflictos de uso del suelo. Entre distintas aldeas, puede haber competencia en cuanto a los recursos. Fomentando los intereses de una aldea, o de un grupo de interesados, las actividades de conservación pueden ocasionar el resentimiento de otros. Por ejemplo, agentes externos como empresas privadas u ONGs que tienen intereses en un área, con frecuencia no comprenderán que la población local se movilice para fines que van contra sus intereses e ideas.

Los conflictos son una parte natural de la dinámica social. El que se perciban como negativos o positivos depende de la posición social o del punto de vista político. Dicho esto, es indudable que los conflictos pueden ocasionar problemas para las actividades de conservación, si no se resuelven de una forma constructiva. Si las actividades de conservación afectan negativamente a grupos específicos, es probable que se ocasione un conflicto. Su riesgo, por lo tanto, se reducirá al mínimo, si todos los interesados están involucrados plenamente en la planificación y en la toma de decisiones sobre la conservación. Sin embargo, incluso la planificación más cuidadosa, no evitará que surjan conflictos. A veces éstos pueden estar ya presentes, en cuyo caso los gestores de conservación tienen que decidir si son demasiado graves para resolverlos y si se debe cambiar la estación por otra.

Se debe distinguir entre conflictos que necesitan la intervención del gobierno para resolverlos, y conflictos que pueden abordarlos los propios interesados. La primera categoría de conflictos se incluye con un ejemplo en el Recuadro 5.2 sobre conservación de recursos genéticos forestales en Tailandia, donde la inmigración procedente de las provincias vecinas y la invasión del bosque motivaron conflictos con las comunidades residentes.

En algunas situaciones, los interesados pueden tratar los conflictos sin intervención del gobierno, siguiendo las tradiciones locales sobre la gestión de conflictos. Si no es así, pueden servir de ayuda las siguientes directrices para la gestión de conflictos, que han sido formuladas específicamente para planificadores de conservación, por la Fundación Internacional de los Pueblos del Pacífico Sur (Tapisuwe *et al.* 1998), organización que trabaja con participación en la conservación de Vanuatu (véase también FAO 1994; Buckles 1999):

- Todas las quejas deben ser tomadas seriamente por los planificadores. Escuchar las quejas de ambos lados, y comprenderlas plenamente, repetirlas con sus propias palabras,



*Comunidades locales Dayak y WWF de Indonesia, trabajan juntos para hacer proyectos de manejo forestal en el Parque Nacional Kayan Mentarang. (Lene Topp/WWF Dinamarca)*

después de escucharlas. Pensar sobre el mejor momento y lugar para discutir las quejas. Recordar que en muchas sociedades no se espera que las mujeres hablen en público y otros grupos, como los pobres o los individuos sin tierras, puede ser que, por sus propias razones, permanezcan en silencio.

- Los planificadores no deben tratar de resolver los conflictos por sí mismos. Discutir el tema con todos los interesados. Discutir cuál es el motivo de la queja. ¿Cuáles son los problemas subyacentes? ¿Qué es necesario para resolver el conflicto?
- Si hay muchos problemas o temas esenciales que tienen que ser tratados, es una buena idea establecer sus prioridades en cuanto a: (a) la magnitud (cantidad de personas, tierras, árboles afectados por un problema), y (b) la importancia (efecto que el problema puede tener sobre los diferentes interesados).
- Animar a todos los interesados para que busquen soluciones positivas para cualquier conflicto con que se encuentren. Pensar sobre cómo compensar a aquéllos que se ven afectados por un problema.
- Discutir y modificar las opciones hasta que todos puedan aceptar la solución.

Debe señalarse que estas directrices dependen de la participación voluntaria de todos los interesados. Las condiciones culturales, incluyendo la voluntad de la población para reconocer públicamente un conflicto, harán que las directrices sean más o menos útiles en distintas partes del mundo. Si el proceso de mediación del conflicto sugiere que sólo se reúna a ciertos interesados, mientras las causas reales del conflicto permanecen fuera del control del mediador, el proceso puede ser en realidad contraproducente porque es probable que la gente considere inútil experimentarlo.

## 5.5 Cómo crean los gobiernos un ambiente favorable

Una de las lecciones aprendidas del manejo forestal conjunta en la India (véase el Recuadro 5.1) y la conservación de los recursos genéticos forestales en Tailandia (véase el Recuadro 5.2) fue que un alto nivel de participación local podía dar lugar a una protección forestal más eficaz.

Sin embargo, sin el apoyo del gobierno, en cuanto al cumplimiento de la ley y la cooperación entre diferentes organismos gubernamentales, tales mejoras en el manejo forestal local es poco probable que se mantengan (Tyler 1999).

Por ello, hay que dar la atención debida al papel crucial de la acción del gobierno para lograr el resultado de los procesos de conservación participativa.

Un gobierno puede ayudar a proporcionar un ambiente favorable para la conservación forestal participativa, sobre todo mediante:

- la descentralización del poder político, forestal y administrativo
- la provisión de seguridad en la tenencia de la tierra y en los derechos de uso para los interesados implicados
- la educación y otras formas de creación de capacidad.

A continuación se tratan estos tres aspectos.

### 5.5.1 Descentralización

La conclusión de los análisis de la experiencia sobre conservación en la mayoría de los países, es que el manejo vertical, centralizado raramente es eficaz, excepto cuando se dispone de grandes presupuestos para su aplicación y la sociedad interesada tiene voluntad o está forzada a aceptar un proceso de conservación poco democrático (Banco Mundial 1996). Por ello, se ha sugerido que

el efecto de los esfuerzos públicos de conservación puede mejorarse aumentando el papel de los gobiernos y comunidades locales en la toma de decisiones. Tal descentralización puede cumplirse mediante la transferencia de poder político, fiscal, administrativo y legislativo, desde los gobiernos centrales a las instituciones locales.

Una forma de descentralización o transferencia de poder se produce cuando grupos específicos de interesados, en lugar de los oficiales gubernamentales, tienen el derecho de cobrar los ingresos y decidir cómo se gastan. Esta autonomía es la clave de la fortaleza de las áreas JFM en la India, donde las comunidades locales pueden retener todos o parte de los ingresos procedentes de los productos forestales. En Nepal, el gobierno ha otorgado derechos de utilización y responsabilidad de manejo a numerosos grupos locales de usuarios forestales. Esta descentralización del poder ha demostrado unos resultados prometedores tanto respecto a la protección del bosque como a la voluntad de la población local para participar en el manejo forestal comunal y desarrollar sus capacidades de manejo (Tumbahanphe 1998).

La experiencia en países donde se ha otorgado a las unidades de los gobiernos locales y ONGs nuevos derechos y responsabilidades referentes a la conservación, sugiere que existen oportunidades y problemas potenciales (Banco Mundial 1996). Una descentralización mal programada y aplicada, puede dar poderes a sociedades locales que carecen de técnicas y responsabilidad para utilizar adecuadamente tales poderes. Hay que tener en cuenta que el derecho a definir lo que es un uso apropiado o inapropiado de los recursos es, en sí mismo, una de las formas más importantes de poder en un escenario social determinado (Bourdieu 1991). La descentralización puede llevar también, por descuido, a una situación en que los costos de conservación de la biodiversidad se soportan localmente, mientras que sus beneficios pueden corresponder a niveles regionales, nacionales y mundiales de la sociedad.

En muchos casos los grupos locales necesitarán el apoyo de ecologistas o forestales si han de desarrollar planes de manejo y vigilar las áreas o poblaciones de conservación. Ejemplo de proceso de descentralización es el del Parque Nacional de Kayan Mentarang en Indonesia (Recuadro 5.3).

### **Recuadro 5.3** **Elaboración cartografía y conservación de la biodiversidad, por una población indígena**

Las comunidades locales ayak y el WWF de Indonesia han trabajado juntos durante algunos años en la elaboración de planes de manejo forestal para el Parque Nacional de Kayan Mentarang en Kalimantan, Indonesia. La finalidad de este trabajo era elaborar un plan de manejo del parque nacional basado en la comunidad. El plan ha sido recomendado al Gobierno de Indonesia con la esperanza de que será aprobado y ejecutado en un futuro próximo.

En 1992, el pueblo Dayak de Kayan Mentarang comenzó a elaborar la cartografía de sus comunidades, sobre una base experimental, ayudados por WWF Indonesia. Éste fue un proceso continuo de aprendizaje para todos los participantes. Por consiguiente, fue necesario a veces ajustar la planificación y reconsiderar los objetivos. Posteriormente, en 1996, el Gobierno Indonesio aceptó cambiar la cartografía del área de Kayan Mentarang, desde Reserva Natural Estricta a Parque Nacional. La situación de los Dayaks cambió, con ello, de colonos ilegales a comunidades que podían participar legalmente en el manejo del área, por su propia iniciativa y con el apoyo del WWF.

Estimulados por la decisión del gobierno y el apoyo de WWF Indonesia y también de la Agencia de Indonesia para la Conservación de la Naturaleza, en 1997–1998 los Dayaks elaboraron una extensa cartografía de sus comunidades y recursos naturales. Dibujaron

*continúa*

mapas detallados de la flora y fauna de su área, señalando dónde recogen plantas o hacen uso de los árboles, en áreas que han cultivado a lo largo de los años y dónde están sus terrenos tradicionales de caza. Otros mapas mostraban los límites de la comunidad Dayak.

Utilizando técnicas de evaluación rural participativa (ERP), el personal de WWF ayudó a las comunidades Dayak a documentar la información sobre sus sistemas de uso del suelo, tendencias históricas de los recursos, regulaciones forestales tradicionales y conocimientos sobre los recursos forestales. Toda esta información se utilizó en la elaboración de un plan de manejo para el Parque Nacional.

Kayan Mentarang constituye un buen ejemplo de participación como un proceso en marcha en el que cada parte tuvo que ser flexible y aceptar nuevas ideas. El gobierno aceptó cambios para crear un ambiente favorable. Así por ejemplo los límites del Parque Nacional han de definirse de nuevo para alojar las aldeas y sus campos de arroz fuera del parque, esperándose que las normas Dayak tradicionales de manejo forestal se lleguen a reconocer oficialmente. Durante todo el proceso el proyecto WWF Indonesia Kayan Mentarang ha sido actor principal e importante agente que ha facilitado la labor.

El plan futuro de manejo para Kayan Mentarang tiene que asegurar los derechos de las comunidades locales a utilizar los recursos forestales y, al mismo tiempo, proteger la diversidad biológica y los recursos genéticos del Parque Nacional. En las próximas fases de las actividades de conservación, hay planes para enlazar los resultados de la elaboración de cartografía de la comunidad con las actividades del programa de la biología de conservación del proyecto Kayan Mentarang. De esta forma, la información sobre los recursos forestales será posible comprobarla transversalmente desde un punto de vista biológico, pudiendo obtener apoyo científico los argumentos sobre el carácter sostenible de los sistemas tradicionales de manejo basados en la comunidad. Este método puede también aumentar el convencimiento de la población local sobre la importancia de integrar más eficazmente la conservación y el desarrollo sostenible. Otra importante tarea futura para la población local y el personal de WWF es diseñar sistemas de seguimiento basados en la comunidad que incluyan la utilización de los mapas comunitarios de uso del suelo y los mapas de recursos así como también otras técnicas de ERP.

Fuentes: Worm y Morris (1997); Eghenter (2000); WWF (2000)

## 5.5.2 Seguridad de tenencia de la tierra y derechos de los usuarios

La falta de seguridad en la tenencia de la tierra o en los derechos de los usuarios forestales es una de las principales razones para que la población local no se comprometa a la conservación forestal participativa. Como es de esperar, la población, sin tales derechos, experimenta una falta de futuro previsible y una pérdida de voluntad para dedicar mano de obra y atender el bosque. Sin embargo, una vez que la población local consigue derechos sobre la tierra o en calidad de usuarios, suelen interesarse activamente en la conservación forestal. Para las comunidades Dayak de Kayan Mentarang (véase el Recuadro 5.3), la decisión del gobierno de cambiar su situación de pobladores ilegales a participantes legales en el manejo forestal, constituyó un cambio fundamental y fue la “chispa” para el incremento de los esfuerzos de la comunidad en la elaboración de la cartografía de los recursos y en la labor de conservación. En África, de acuerdo con un estudio bibliográfico muy completo de Shepherd (1992), la conservación efectiva *in situ* está casi exclusivamente en terrenos bajo propiedad legalmente reconocida. En Melanesia, la propiedad indiscutible de los recursos forestales se considera un requisito previo para sustituir las prácticas de explotación maderera abusiva (Kuata *et al.* 1996).

En muchos países, los grupos locales tienen sus propias normas y regulaciones forestales de costumbre. Reconociendo formalmente tales normas, los gobiernos pueden motivar fuertemente a la población local para que participe en los esfuerzos de conservación. El reconocimiento oficial una norma tradicional o de costumbre puede ser sin embargo un tema complejo. Por ejemplo,

la legislación de algunas naciones, puede no permitir la formalización de una propiedad comunal de tierras ni de las leyes tradicionales de la población indígena. Considerando el valor económico de los bosques y la frecuente competencia violenta sobre el acceso a los recursos forestales, la cuestión de otorgar la tenencia o los derechos de usuarios forestales a la población local, es una materia muy controvertida en muchos países. Esto es debido en parte a que los derechos de usuarios no dan por sí mismos garantía de que los nuevos propietarios de las tierras, privados o comunales, van a ordenar los recursos forestales con sistemas que sean más sostenibles y socialmente más responsables, que las anteriores prácticas gubernamentales.



*Mapa de recursos forestales dibujado por los aldeanos Dayak, utilizado para desarrollar el plan de ordenación del Parque Nacional de Kayan Mentarang. (Lene Topp/WWF Dinamarca)*

Hay algunos casos desalentadores de estados del nordeste de la India, la mayoría de cuyos bosques son legalmente propiedad de poblaciones tribales. Estos estados han experimentado las mayores tasas de deforestación de la India durante los últimos años. Los análisis realizados han llegado a la conclusión de que el control y el manejo conjunto por el gobierno y la población local, es posiblemente la mejor fórmula para la conservación (Singh 1996). Esta conclusión es similar a la de Hirsch *et al.* (1999), cuyo estudio de Nam Ngum en Laos demuestra que una comunidad por sí sola no puede ejecutar o hacer cumplir el manejo sostenible de los recursos naturales sin la aprobación legítima del gobierno. Evidentemente, cada país necesitará desarrollar su propia respuesta adecuada para estos delicados problemas. La experiencia de Tanzania (véase el Recuadro 5.4) puede servir como ejemplo positivo. De acuerdo con el anteproyecto de la Ley Forestal 2000, ningún bosque de Tanzania se considera demasiado extenso, demasiado pequeño, demasiado valioso o demasiado degradado para someterlo a un manejo basado en la comunidad y, en ciertos casos, a la propiedad de ésta. Este método difiere del de la mayoría de otros países, en los que la población local está únicamente autorizada a ordenar los bosques degradados pero no los más valiosos parques nacionales y reservas forestales.

### **5.5.3 Creación de capacidad en apoyo de un método participativo**

A lo largo de este capítulo el mensaje clave ha sido que la conservación de los recursos genéticos es probablemente imposible sin la participación de la población local aunque, evidentemente, la participación no siempre se requiere para el uso sostenible del bosque. Aparte de estructuras institucionales y reguladoras apropiadas a cargo del estado, la tenencia segura de la tierra y los derechos de utilización de los recursos por los interesados, la educación y otras formas de creación de capacidad en favor de los mismos, puede ser fundamental para que tengan éxito los procesos participativos para la conservación de los recursos genéticos forestales.

Los estudios de casos presentados en este capítulo, demuestran todos ellos que la conservación forestal participativa plantea considerables desafíos a los oficiales forestales, a los responsables políticos, ONGs y científicos y también a las comunidades locales. En la India, por ejemplo, la estrategia de la JFM ha planteado a las comunidades rurales la necesidad de resolver conflictos en las aldeas y entre aldeas y trabajar conjuntamente con los oficiales forestales (véase el Recuadro 5.1). Los oficiales se han encontrado con el reto de delegar parte de su

## Recuadro 5.4 **Importancia de la seguridad de la tenencia de la tierra en Tanzania**

El bosque de Duru-Haitemba y Mgori está constituido por dos terrenos arbolados Miombo en la región de Arusha, Tanzania. Hace cinco años, ambos terrenos arbolados, bajo el control del gobierno, estaban en situación de decadencia aguda con pérdida de superficie y especies. En el caso de Duru-Haitemba esto era el resultado de la invasión de sus límites y el asentamiento dentro del bosque, de la extracción excesiva de leña y del pastoreo de ganado mayor, sobre todo por comunidades locales. En el caso de Mgori el bosque estaba afectado por cortas rasas incontroladas para agricultura migratoria, por el excesivo ejercicio de la caza y por la extracción de madera, principalmente por intrusos.

En la actualidad, los límites están intactos, la incursión está limitada, se está recuperando la flora y la fauna y ambos bosques están protegidos por un total de más de 250 guardas forestales, aldeanos jóvenes, sin ningún costo para el gobierno. Estos avances han tenido lugar bajo el Programa Forestal Regional y el Programa de Manejo del Territorio. Bajo estos programas, el Duru-Haitemba, un área de cerca de 9.000 ha., está ahora bajo la plena propiedad y el manejo activo de ocho comunidades, y el Mgori, un terreno arbolado mayor de 40.000 ha., es actualmente propiedad de los aldeanos y ordenado por ellos como cinco reservas forestales de aldeas, actuando el consejo del distrito como asesor técnico. Las comunidades podrán comenzar el aprovechamiento de la madera en los próximos años. Esto producirá unos ingresos no sólo para los aldeanos, sino también para el consejo del distrito, como recaudación del impuesto a las ventas.

El bosque de Duru-Haitemba y el de Mgori nunca fueron propiedad del estado ni estuvieron clasificados como reserva forestal. En la década de los 1980 hubo la intención de declararlos reservas forestales y a tal fin habían sido completamente estudiados y delimitados y todo estaba completo salvo la publicación de la reserva. Sin embargo, era evidente que la población local no apoyaba la renuncia a lo que ellos consideraban “su” bosque, dejándolo en manos del estado. En efecto, desde la asignación de guardas forestales al área, algunos años antes, como parte del proceso, la población local había adoptado más o menos una política deliberada de “conseguir lo que pudieran” del bosque antes de su exclusión anticipada del área. Esto llevó a un problema local y a la decisión final de encontrar un sistema de manejo más aceptable.

Con el apoyo informal de las autoridades locales y la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional, el oficial forestal local empezó a explorar si las aldeas locales podrían conservar y ordenar por sí mismas los bosques. En aquel tiempo, los aldeanos nunca habían encontrado la posibilidad de que pudieran ser autorizados por el gobierno a ordenar realmente el bosque por sí mismos. El propio gobierno no había previsto el nivel de “participación” propuesto, pero aunque con dudas, acordaron suspender la imposición del estado de reserva pendiente de la demostración por los aldeanos de detener la degradación del bosque. Entonces, los asesores y los líderes interesados de las aldeas comenzaron un proceso para diseñar planes de manejo sencillos simples pero eficaces incluyendo “normas” para la utilización del bosque. Es interesante que antes de saber que podían controlar el bosque por sí mismos, los aldeanos mencionaran como “indispensables” todos los usos, desde la madera al pastoreo. Una vez que se supo que el bosque era “nuestro”, los mismos líderes y los aldeanos normales razonaron en favor de la suspensión de cualquier uso que consideraban perjudicial. La quema de carbón vegetal, la corta de árboles e incluso el pastoreo en algunas partes, fueron prohibidos de inmediato y otros usos debían ser controlados.

Una vez que los aldeanos comenzaron a ordenar activamente sus bosques, resultó evidente que necesitaban no sólo el apoyo administrativo de la oficina local del distrito sino también el respaldo legal. Consecuentemente, cada aldea recibió ayuda para redactar de nuevo sus planes de manejo y normas como reglamentos de aldea. En 1995, el consejo

del distrito aprobó formalmente estos planes bajo la Ley Administrativa del Distrito. Desde entonces, cada aldea ha sido por ley autoridad legal y gestora de aquella parte del bosque Duru-Haitemba que está adyacente a su propio asentamiento y especificada como dependiente de su jurisdicción. Según las palabras de un aldeano “nunca se nos ocurrió que el gobierno podía devolvernos nuestro bosque. Pero cuando se sugirió, no podíamos apartar la idea de nuestra mente y, desde entonces, no hemos mirado al pasado.”

La situación en el bosque de Mgori es algo diferente. Cinco comunidades adyacentes lo poseen y ordenan actualmente con éxito, pero en primer término, las áreas tuvieron que reconocerse como entidades legales para que los aldeanos fueran registrados como propietarios. En Mgori se necesita también una colaboración más activa entre los aldeanos y el gobierno local, porque los terrenos arbolados respectivos de las aldeas son extraordinariamente grandes; dos de las aldeas manejan matorrales y terrenos arbolados de más de 100 km<sup>2</sup>. Por ello, Mgori es todavía vulnerable a una serie de incursiones de intrusos. Ésta incluye la extracción ilegal de madera comercial, la caza de fauna silvestre y el atractivo que representa esta vasta y remota área para los cultivadores de agricultura migratoria. Mgori tiene también potencial comercial para la extracción de madera y podría generar ingresos de la contemplación de la fauna y cierta actividad de caza. El gobierno local estaba dispuesto a conceder la propiedad del recurso pero al mismo tiempo deseaba conseguir acuerdos mediante los cuales las rentas futuras del bosque fueran compartidas con la comunidad más amplia del distrito, a través de impuestos.

Estos casos de Tanzania sirven como ejemplos de que el mayor incentivo para que la población local cuide del bosque es el sentido de que el bosque les pertenece, ya sea como gestores reconocidos o, mejor aún, como propietarios reconocidos.

Fuentes: Wily (1997); Wily *et al.* (2000)

poder de decisión en la población local y ajustarse ellos mismos a una asociación de manejo, nueva y más equitativa, con estas poblaciones. En el nordeste de Tailandia, grupos rurales han tenido que alterar sus prácticas agrícolas y organizarse ellos mismos de nuevas formas para evitar las actividades perjudiciales para el bosque, como la quema de carbón vegetal y los incendios forestales (véase el Recuadro 5.2). Se han involucrado también en la elaboración de cartografía y la demarcación de sus comunidades como un medio para mejorar el manejo forestal. Entre tanto, los oficiales forestales Thai necesitan adaptarse ellos mismos a las nuevas condiciones políticas y administrativas y hacer más hincapié en el trabajo con la gente, en lugar de dedicarse a meros aspectos técnicos forestales. Además, deben aprender a coordinar su propia planificación y administración con las de los otros organismos gubernamentales.

Aunque viven en zonas muy diferentes del mundo, las comunidades Dayak en Kayan Mentarang, en Indonesia (véase el Recuadro 5.3) y la población de Mgori y Duru-Haitemba en Tanzania (véase el Recuadro 5.4) comparten la misma experiencia de aprender a hacer planes de manejo forestal en colaboración con trabajadores de ONGs u otros asesores externos. Los responsables políticos de ambos países comparten la experiencia de verse forzados a modificar la legislación sobre el uso del suelo y los derechos sobre las tierras, ayudando con ello a crear un “ambiente favorable” tan necesario para que tenga éxito el manejo forestal participativa.

En otras palabras, cada caso en su propia forma demuestra que la participación lleva consigo el cambio de las relaciones sociales, la redistribución del poder y nuevas responsabilidades para todas las partes implicadas. Con frecuencia, estos cambios motivan la necesidad de nuevas técnicas, nuevas formas de pensar y nuevos modos de organización. Como demuestran los estudios de casos, los diferentes interesados se encuentran con diferentes tipos de desafíos durante el proceso participativo. A continuación se analizan algunos desafíos comunes que afrontan normalmente las comunidades y los organismos gubernamentales.

## **Comunidades**

Las comunidades necesitan con frecuencia fortalecer su capacidad organizativa, a fin de reclamar responsabilidades en el manejo y conservación de los recursos genéticos forestales. Esto puede incluir el desarrollo de capacidad como habilidades prácticas en el mantenimiento de registros y actas de reuniones o la obtención de formación en ciertos aspectos técnicos en materia forestal y de conservación. Para algunas comunidades, la formación en la elaboración de cartografía de sus propias áreas de tierras y la demarcación de los límites de sus bosques puede ser de importancia vital, y no menos como punto de partida para el seguimiento futuro de los recursos (véase el Recuadro 5.3). Las comunidades que consiguen derechos de uso sobre los recursos forestales y comienzan actividades generadoras de ingresos, tendrán que adquirir además capacidad sobre contabilidad financiera y distribución de ingresos.

Para muchas comunidades, la formación sobre gestión y resolución de conflictos (véase la Sección 5.4.2), para suplementar los sistemas tradicionales de resolución de los mismos, puede ser también útil. Esto no es sólo porque la gestión participativa de la conservación forestal incluye normalmente una serie de comunidades que no están acostumbradas a la cooperación, sino también para desarrollar sistemas que garanticen que los recursos naturales sujetos a su gestión no pasan a manos de grupos interesados externos, más poderosos y mejor organizados. Hay que fortalecer por tanto a las comunidades en su capacidad para examinar con cuidado las intenciones de los inversores y promotores externos, incluyendo ONGs y rechazar dichos intereses externos si no son beneficiosos para la comunidad.

Aunque muchas comunidades han experimentado desafíos como los antes mencionados, no se pueden generalizar las necesidades de las comunidades respecto a la conservación forestal. Estas necesidades pueden variar desde la educación básica en lectura, escritura y aritmética, hasta la formación sobre elaboración de cartografía, planificación de la conservación o utilización de sistemas de información geográfica (GIS). Análogamente, no es posible dar una definición universal sobre la mejor forma de organizar las diversas actividades de creación de capacidad entre los interesados. En algunos países, la principal responsabilidad en esta materia corresponde al gobierno. En otros países, ONGs y universidades desempeñan funciones importantes en la movilización y formación de las comunidades locales (véase el Recuadro 5.5), en parte debido a que los organismos gubernamentales tienden a carecer de financiación y experiencia o de voluntad para capacitar a las comunidades locales en materias administrativas. Cuando los oficiales del gobierno se resisten a la perspectiva de compartir el poder del manejo forestal con las comunidades locales, esta resistencia se expresa también con frecuencia en una falta de voluntad para compartir conocimientos e información. En tales casos, la asistencia de ONGs y centros universitarios puede ser crucial para las oportunidades de las comunidades de ganar la perspicacia y capacidades necesarias para una gestión conjunta cualificada.

## **Organismos gubernamentales**

La mayoría de los países en desarrollo tienen pequeños departamentos forestales y ambientales del gobierno, con personal y presupuestos limitados. Normalmente, el personal residente en áreas rurales trata directamente con la población, en nombre del departamento forestal. Con frecuencia, estos miembros del personal están peor formados que sus contrapartes urbanos de los departamentos; suelen poseer menos poder, en cuanto a toma de decisiones y elaboración de políticas, que sus colegas urbanos, quienes normalmente tienen posiciones jerárquicas más elevadas en el departamento. Esta situación significa que los dos desafíos siguientes sean particularmente críticos para que los afronten los departamentos forestales de muchos países:

- Asegurar que todos los miembros del personal estén bien formados e informados en las áreas más técnicas de conservación, manejo y utilización de recursos genéticos forestales. Además, el desarrollo hacia una mayor participación en materia forestal y en conservación, requerirá el conocimiento de los métodos participativos y las formas

## Recuadro 5.5 Planificación participativa del uso del suelo en Tailandia

Sam Mun fue designado inicialmente como un proyecto de desarrollo integrado en las tierras altas de Tailandia. El proyecto funciona con cuatro componentes de desarrollo incluyendo administración local, desarrollo social y económico, manejo de recursos naturales y el control de drogas. Comprende 60 aldeas con unas 12.000 personas de cinco grupos étnicos principales. Sam Mun abarca un área de 18.000 km<sup>2</sup>, dividida en cinco distritos y dos provincias. Partes importantes del área están bajo tres legislaturas de áreas protegidas que se superponen parcialmente, destinadas respectivamente a protección de cuencas, parque nacional y santuario de fauna silvestre, bajo el manejo del Departamento Forestal Real (DFR). De acuerdo con esta legislación, aldeanos forestales y agricultores étnicos han estado viviendo oficialmente e ilegalmente cultivando en el área.

Poco después de la iniciación del proyecto comenzaron los esfuerzos dirigidos a integrar la silvicultura comunitaria y los principios locales de protección de cuencas. Se estableció un modelo institucional tripartito para combinar los esfuerzos de la universidad Chiang Mai, las comunidades, y el DFR. Desde entonces, la creación de capacidad institucional ha sido un objetivo clave del proyecto. Ha habido una estrecha colaboración entre la universidad y el DFR, tanto a nivel nacional como regional. La universidad proporciona apoyo técnico para los sistemas de investigación, información y formación. La principal tarea ha sido desarrollar instrumentos para que el DFR entienda e incorpore la cultura y conocimientos locales, puesto que se ha comprendido actualmente que la comunicación cultural transversal y el aprendizaje son fundamentales en el manejo conjunta de cuencas hidrográficas y recursos forestales. Los instrumentos utilizados en el proyecto de Sam Mun incluyen:

- Una reunión mensual entre el personal de los organismos y del gobierno como un foro para discutir las situaciones cambiantes del proyecto.
- Comités de la red de cuencas hidrográficas, compuestos por representantes de las aldeas situadas aguas arriba y aguas abajo, quienes participan en la planificación y en la toma de decisiones.
- Reuniones regulares y formalizadas entre los comités y los administradores, con el fin de facilitar una comunicación más rápida y reorganizar las antiguas estructuras burocráticas.
- Desarrollo sistemático de recursos humanos, con el fin de fortalecer las capacidades de los interesados para trabajar conjuntamente en toda la planificación y ejecución. Además de las áreas técnicas, la gestión y la negociación de conflictos han sido componentes importantes para todos los oficiales y para el personal de contratación reciente. La formación en tales especialidades ha sido impartida desde la misma iniciación del período del proyecto, en parte como lecciones de clase y en parte como formación en servicio.
- Educación de directivos de aldea y oficiales de distritos, capacitándoles para responder a las iniciativas de los aldeanos y ayudar al establecimiento de instituciones locales autorreguladoras. En algunas áreas, determinadas ONGs han impartido educación informal importante para ayudar al desarrollo del liderazgo.

El proyecto ha experimentado unos rápidos cambios en las situaciones locales y ha tenido, por ello, que cambiar y mejorar continuamente los métodos. Consecuentemente, a lo largo de todo el período del proyecto, los interesados han estado ocupados en un proceso de capacitación y de re-capacitación. Un principio general en Sam Mun ha sido que la información es compartida por igual y es accesible a todas las partes. Este principio requiere con frecuencia una forma simplificada de información, que se ha llevado a cabo considerando la mayor cantidad posible de información. Por ejemplo, se han utilizado

*continúa*

modelos tridimensionales de cuencas hidrográficas para ayudar a los miembros de las comunidades para comunicar sus ideas salvando límites culturales y burocráticos. Se ha evitado el lenguaje científico y se han preferido los nombres y significados locales. Además, se ha utilizado la elaboración de cartografía y los GIS para el seguimiento de las cuencas hidrográficas.

En Sam Mun, las comunidades étnicas se han convertido en cogestoras de las cuencas junto con diferentes organismos y unidades gubernamentales. Esta labor conjunta ha mejorado gradualmente las condiciones de las cuencas hidrográficas haciendo con ello innecesario el cumplimiento estricto de las regulaciones o el reasentamiento de las comunidades. Mediante la incorporación de algunas prácticas de uso del suelo de los grupos étnicos locales, el proyecto ha hecho posible también que muchos grupos mantengan su sistema de rotación de tierras dentro de las áreas protegidas. En algunos subdistritos, las propuestas del comité local de la red de cuencas se han consolidado en el plan de desarrollo del subdistrito. Durante todo el tiempo, la creación de capacidad para los organismos gubernamentales junto con grupos locales similares ha sido la clave para establecer una comprensión y colaboración mutuas entre los interesados lo que ha hecho posible los logros de la conservación.

Fuente: Uraiwan (2000)

de aplicarlos. Por ello es crucial que los miembros del personal que tratan con las comunidades locales tengan formación en estas materias.

- Tratar de evitar los cuellos de botella de carácter burocrático que impiden la solución de los problemas y la comunicación, no sólo entre los miembros del personal y las comunidades locales sino también entre los diferentes niveles de personal. El éxito de la JFM en la India (véase el Recuadro 5.1) es atribuible en gran medida a oficiales progresistas que fueron autorizados por la administración gubernamental a instituir un cambio necesario y bastante radical (Kumar 2000).

Por lo tanto, siempre que sea posible, hay que estimular al personal del departamento forestal para que participe en talleres y cursos de formación sobre métodos participativos y haga uso de estas capacidades para hacer un cambio real. En Hoshangabad, India, se distribuyeron copias impresas de la resolución gubernamental sobre la JFM, a todos los miembros del personal y se realizaron cursos de formación para conseguir que todo el personal entendiera que la JFM era prioridad del departamento forestal. En Sam Mun, Tailandia, profesores universitarios de una serie de disciplinas académicas fueron contratados para formar conjuntamente al personal gubernamental y a los miembros de las diferentes comunidades locales (véase el Recuadro 5.5).

Como cada vez se asignan más áreas forestales para su manejo por la población local, se reducirán los deberes de policía del personal del departamento forestal, de tal modo que podrán centrarse en dar asesoramiento técnico de alta calidad.



*Los procesos participativos con frecuencia son una combinación de cooperación y pelea política. Población de Penan bloqueando un camino maderero en Sarawak, Malasia. (Iida Theilade/DFSC)*

Como interesado clave en la conservación forestal, el departamento forestal necesitará siempre personal cualificado para seguir permanentemente los resultados de la conservación participativa de los recursos genéticos forestales. Los componentes básicos de este procedimiento incluyen la formación en inventarios forestales, estudios de producción, reconocimientos de regeneración, evaluación de aprovechamiento y sistemas para corregir los aprovechamientos en el caso de métodos de explotación excesiva o destructiva. Pero la formación no tiene que excluir a otros interesados. En Kayan Mentarang (véase el Recuadro

## Cuadro 5.2 Pasos en los procesos participativos y acciones necesarias

<b>Proceso participativo</b>	<b>Acción necesaria de gobiernos y planificadores</b>	<b>Acción necesaria del personal local y ONGs</b>
<b>Paso 1</b>		
Identificación de los objetivos para la conservación de los recursos genéticos forestales. Informar a los interesados afectados	Coordinar los organismos y sus planes de uso del suelo. Informar a los interesados afectados	Estar movilizados y organizados Difundir la información
<b>Paso 2</b>		
Selección de la estación	Coordinar los organismos y sus planes de uso del suelo. Informar a los interesados afectados	Estar movilizados y organizados Difundir la información
<b>Paso 3</b>		
Análisis de interesados	Facilitar un foro de discusión para los interesados	Organizar reuniones Oír a todas las partes interesadas
<b>Paso 4</b>		
Recogida de datos básicos de partida	Proporcionar experiencia y asistencia técnica	Participar en la recogida de datos Las ONGs ayudan en la recogida de datos a nivel de comunidad
<b>Paso 5</b>		
Re-evaluación de objetivos para la conservación de los recursos genéticos forestales y formulación del plan de actuación realizado en cooperación con todos los interesados involucrados	Proporcionar legislación, formación y creación de capacidad institucional	Evaluación de objetivos de conservación y formulación del proyecto de conservación Enumerar las necesidades fundamentales
<b>Paso 6</b>		
Identificación o establecimiento de la institución u organización responsable del manejo forestal	Facilitar el establecimiento de un comité Reconocer el comité	Acordar si la institución ya existente de la aldea puede asumir las responsabilidades o formar un nuevo comité Representar a todos los interesados Formar el comité en funciones de liderazgo y de manejo
<b>Paso 7</b>		
Ejecución de las actividades programadas	Realización de actividades Asesoría técnica	Realización de actividades Ayudar si surgen conflictos
<b>Paso 8</b>		
Seguimiento de las especies elegidas	Desarrollo de métodos de seguimiento participativos Formar a los miembros de las comunidades Asesorar sobre cómo corregir los aprovechamientos, si no son sostenibles	Formar a los miembros de las comunidades sobre seguimiento Emprender el seguimiento participativo Decidir si hay que cambiar las prácticas y cómo

5.3), por ejemplo, se está desarrollando un sistema de seguimiento, basado en los mapas de recursos de las comunidades y en los sistemas de manejo con las comunidades, unidos con las conclusiones del equipo de biología de conservación. En consecuencia, el programa de seguimiento combinará métodos científicos y conocimientos locales e incluirá al personal del departamento forestal y a las comunidades locales.

## 5.6 Conclusiones: algunos comentarios sobre los procesos participativos y ambientes que los favorecen



*El mayor incentivo para que la población local cuide del bosque es la sensación de que el bosque les pertenece. Forestales de la Comunidad en Tanzania. (Liz Wily)*

El manejo de recursos naturales se está convirtiendo de modo creciente en objeto de luchas de poder social y político entre diferentes grupos que reclaman intereses en recursos específicos. En la actualidad, la conservación de los recursos genéticos forestales es imposible si no se combina la experiencia técnica con el conocimiento y consideración de los procesos políticos y culturales en los que tiene lugar inevitablemente la conservación. En este capítulo, se han analizado aspectos clave de estos procesos. Se ha sostenido que la conservación con éxito de los recursos genéticos forestales requiere la participación de la población local y

que los gobiernos desempeñan funciones fundamentales, proporcionando, o no proporcionando, el marco institucional y regulador apropiado para que se desarrollen plenamente los procesos participativos.

Muchos estudios demuestran que la fórmula óptima para la conservación forestal es la acción conjunta de control y manejo por parte de los gobiernos y la población local. El Cuadro 5.2 resume algunas de las responsabilidades de los gobiernos y de las comunidades locales, respectivamente, con respecto a los procesos de conservación participativa.

La noción de compartir el poder entre la población y los gobiernos, es un tema delicado y muy complejo, con una solución que no es fácil o universalmente aplicable. Este capítulo ha tratado de penetrar algo en estas complejidades y de aclarar cómo las poblaciones de diferentes países han trabajado conjuntamente a fin de abordar problemas y conflictos inevitables.

Una característica notable, en muchos casos, es que las ONGs han desempeñado papeles importantes como mediadores entre los gobiernos y otros interesados, en procesos de conservación forestal. Las ONGs difieren mucho en cuanto a ideología, poder político y económico y capacidad organizativa. Al igual que las comunidades locales y los estados en que trabajan, las ONGs no son grupos homogéneos y sus intereses pueden ser divergentes. Por ello, no es posible evaluar en bloque el papel de las ONGs, pero sigue siendo un hecho que con frecuencia desempeñan un papel fundamental en negociaciones con éxito y en la gestión conjunta entre la población y los gobiernos. La presencia de ONGs capaces e interesadas por el medio ambiente demuestra de por sí que se están produciendo cambios en muchos países como respuesta a las crecientes peleas por los recursos naturales.

# MÉTODOS Y ACCIONES INTERNACIONALES



por Pierre Sigaud, Christel Palmberg-Lerche, Alvin Yanchuk y Fernando Patiño Valera

## 6.1 Introducción

Desde la década de 1990, y sobre todo desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) de 1992, se han puesto en marcha varias iniciativas internacionales y regionales a nivel político y se han establecido una serie de instrumentos marco para fomentar la conservación de la diversidad biológica (incluida la diversidad genética) y la protección y manejo de bosques en todo el mundo. Los compromisos internacionales contraídos por los países participantes se están traduciendo progresivamente a nivel nacional, y la política y los principios se están convirtiendo gradualmente en programas operativos. Las políticas y programas referentes a los recursos genéticos forestales están con frecuencia íntimamente relacionados o fuertemente influenciados por perspectivas más amplias procedentes de los sectores agrícolas, forestales o ambientales. Este capítulo describe brevemente las estructuras globales y regionales que configuran el desarrollo de los recursos genéticos forestales, y las acciones adoptadas a nivel internacional en apoyo de su conservación y manejo práctica.

## 6.2 Programas nacionales

El preámbulo del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), adoptado en 1992, afirma que los estados tienen derechos soberanos sobre sus recursos biológicos y genéticos, y que son responsables de la conservación de su diversidad biológica y de la utilización de sus recursos biológicos de forma sostenible. Muchas iniciativas nacionales que abarcan una amplia variedad de actividades, como inventarios, evaluaciones y medidas de conservación para proteger especies y poblaciones raras y en peligro, normas que rigen la recolección y el traslado de semillas y métodos integrales para el manejo del medio natural y la restauración de ecosistemas nativos, incluidos los bosques, afectan a los recursos genéticos forestales. Las consideraciones relacionadas con estos recursos pueden integrarse y se han integrado en una serie de países dentro de estructuras sectoriales o temáticas más amplias, como los programas forestales nacionales y los programas de acción sobre biodiversidad. La variedad de tipos y propiedades de los depositarios de recursos genéticos (por ejemplo, áreas protegidas, rodales de conservación *in situ*, bosques ordenados, bancos clonales, poblaciones de mejoramiento genético, bancos semilleros) y la necesidad de asegurar que son complementarios, constituye un importante desafío organizativo, institucional, legal y técnico. Un obstáculo que existe frecuentemente para el desarrollo o ejecución de los planes de conservación genética, es la subestimación de los valores no monetarios y de la importancia ecológica de bosques y árboles.

Aunque los programas de nivel nacional, cuando están bien orientados, sirven como estructura básica para las acciones de conservación y manejo de los recursos genéticos forestales, tienen una serie de limitaciones técnicas. Por ejemplo, la distribución natural de muchas especies de árboles forestales traspasa las fronteras políticas; y algunas especies o poblaciones arbóreas que son de poca importancia actual en sus países de origen, han

llegado a ser social o económicamente importantes fuera de sus ámbitos naturales. Tales situaciones plantean cuestiones referentes a las responsabilidades de la conservación, especialmente la conservación *in situ*. Además, una serie de introducciones de árboles forestales, frecuentemente de origen sin documentar, han evolucionado hacia ecotipos locales que están bien adaptados a las condiciones ambientales del nuevo hábitat de la especie. Estos ecotipos locales pueden ser también importantes en actividades de conservación genética, siendo necesaria por tanto la colaboración entre dos o más países para conseguir el carácter integral y la complementariedad de las actividades *in situ* y *ex situ*. Además, la introducción de nuevo germoplasma implica una serie de riesgos biológicos. Por eso, hay una conciencia creciente sobre la necesidad de coherencia en las estructuras reguladoras internacionales.

Las actividades nacionales están cada vez más orientadas o apoyadas por comités establecidos a nivel internacional y frecuentemente dependen de fondos internacionales o privados. Esto representa un desafío para los organismos públicos y privados y también para las organizaciones nacionales e internacionales que tienen que trabajar conjuntamente para resolver problemas políticos, sociales y técnicos. Estos incluyen los derechos de propiedad intelectual respecto a los recursos genéticos, la participación en los beneficios de la utilización de estos recursos, la gestión de los riesgos biológicos asociados con el traslado de la semilla y la introducción de las nuevas biotecnologías, el efecto del cambio climático sobre los recursos genéticos forestales y muchos otros.

## **6.3 Progresos internacionales sobre conservación y manejo de recursos genéticos forestales**

### **6.3.1 Acuerdos y procesos internacionales**

Los instrumentos mundiales de aplicación directa para los recursos genéticos forestales caen dentro de las estructuras ambientales, agrícolas o forestales.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), legalmente vinculante, (<http://www.biodiv.org>), suscrito en junio de 2004 por 168 países, adoptó un programa ampliado de trabajo sobre diversidad biológica forestal en la Sexta Conferencia de las Partes en 2002. Este programa ampliado hace referencia específica a los recursos genéticos forestales y a la integración de los temas relacionados con la conservación de la biodiversidad y con el manejo forestal sostenible (véase el Recuadro 6.1), lo que hace de él el instrumento internacional más completo, legalmente vinculante, para abarcar los aspectos técnicos, reguladores y relativos a la propiedad de los recursos genéticos forestales. Un análisis de las relaciones entre el programa CDB sobre biodiversidad forestal, y otros instrumentos y actividades internacionales relativos al bosque, se encuentra en FAO (2003).

La inclusión formal de la diversidad genética forestal en el programa de trabajo del CDB, incluyendo las necesidades de documentación y manejo, proporciona un medio importante para que los países justifiquen aún más y fortalezcan los programas de trabajo relacionados específicamente con la conservación y manejo de los recursos genéticos forestales.

El Tratado Internacional, legalmente vinculante, sobre Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, entró en vigor en junio de 2004 (<http://www.fao.org/ag/cgrfa/itpgr.htm>). Constituyen el centro de este tratado “la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de su utilización, en armonía con el Convenio sobre Diversidad Biológica, en favor de una agricultura sostenible y de la seguridad alimentaria”. Uno de los componentes del tratado es el establecimiento de un sistema multilateral para facilitar el acceso a los recursos fitogenéticos y participar en los beneficios de forma justa y

## Recuadro 6.1 Extracto del Programa Ampliado de Trabajo sobre Bosques (CBD-COP6/22)

### Finalidad 4: Promover el uso sostenible de la diversidad biológica forestal

#### Objetivo 4

Desarrollar sistemas y estrategias de informaciones eficaces y equitativas y fomentar la ejecución de aquellas estrategias a favor de la conservación *in situ* y *ex situ* y el uso sostenible de la diversidad genética forestal, y apoyar a los países en su ejecución y seguimiento.

#### Actividades

- Desarrollar, armonizar y evaluar la diversidad de los recursos genéticos forestales, teniendo en cuenta la identificación de poblaciones de especies funcionales clave y especies básicas, especies modelo y variabilidad genética a nivel de ADN.
- Seleccionar, a nivel nacional, los ecosistemas forestales más amenazados basándose en la diversidad genética de sus especies y poblaciones prioritarias y elaborar un plan de acción apropiado a fin de proteger los recursos genéticos de los ecosistemas forestales más amenazados
- Mejorar el conocimiento de los modelos de diversidad genética y su conservación *in situ*, en relación con el manejo forestal, el cambio del bosque a escala zonal y las variaciones climáticas.
- Dar orientación para que los países aprecien el estado de sus recursos genéticos forestales y desarrollen y evalúen estrategias para su conservación, tanto *in situ* como *ex situ*.
- Elaborar medidas nacionales legislativas y de política administrativa sobre el acceso a los recursos genéticos forestales y distribución de sus beneficios, teniendo en cuenta las disposiciones contenidas en los Artículos 8(j), 10(c), 15, 16 y 19 del Convenio sobre Diversidad Biológica y en conformidad con las futuras decisiones de la Conferencia de las Partes, según proceda.
- Seguir los avances de las nuevas biotecnologías y conseguir que sus aplicaciones sean compatibles con los objetivos del Convenio sobre Diversidad Biológica con respecto a la biodiversidad forestal, y desarrollar y hacer cumplir las normas para controlar el uso de organismos genéticamente modificados (OGMs), cuando proceda.
- Desarrollar una estructura holística para la conservación y manejo de los recursos genéticos forestales a nivel nacional, subregional y mundial.
- Llevar a cabo actividades para conseguir una conservación *in situ* adecuada y representativa de la diversidad genética de las especies forestales amenazadas, excesivamente explotadas, endémicas y de ámbito reducido, y complementarla con una adecuada conservación *ex situ* de la diversidad genética de las mismas especies y de aquellas con potencial económico.

### Finalidad 5: Acceso y participación en los beneficios de los recursos genéticos forestales

#### Objetivo 1

Promover la participación justa y equitativa en los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos forestales y de los conocimientos tradicionales relacionados.

#### Actividades

- Basadas en las Directrices de Bonn sobre el Acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa en los beneficios procedentes de su utilización (como se adoptó por la Conferencia de las Partes en su sexta reunión):

*continúa*

- Establecer mecanismos para facilitar la participación en los beneficios a nivel local, nacional, regional y mundial.
- Fortalecer la capacidad de las comunidades indígenas y locales para negociar acuerdos de participación en beneficios
- Promover la difusión de información sobre experiencias de participación en beneficios a través de un mecanismo de cámara de compensación y medios apropiados a nivel local.

Extracto de COP6/22- Finalidades 4 y 5 del Programa Ampliado de Trabajo sobre Bosques del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB 2003)

equitativa. En su forma actual, el Tratado abarca las principales especies de cultivo y forraje, enumerados en un anexo del tratado; la única especie de importancia directa para el sector forestal en el sistema multilateral son los miembros del género *Prosopis* (mesquite). Sin embargo, potencialmente comprende todos los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación y, por tanto, de acuerdo con la terminología de la FAO, también los recursos genéticos forestales.

No hay un equivalente forestal del Plan Mundial de Acción para la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, que se centra en las especies de cultivo agrícola. El Plan, adoptado por la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, en Leipzig, Alemania, en junio de 1996, hace referencia a los parientes silvestres de las plantas cultivadas, que con frecuencia se encuentran en ecosistemas forestales, y a los cultivos de árboles domesticados, como los árboles frutales y el caucho pero excluye explícitamente los recursos genéticos forestales (FAO 1996a). Sin embargo, se han iniciado una serie de iniciativas regionales para ayudar a remediar la situación (véase la Sección 6.4.2).

El diálogo de alto nivel sobre política forestal internacional iniciado después de la CNUMAD, y continuado actualmente a través del Foro de Naciones Unidas sobre Bosques (FNUB), ha generado más de 270 propuestas de acción en favor del manejo forestal sostenible, que se consideran colectivamente como las propuestas de acción PIB/FIB. El Panel Intergubernamental sobre Bosques (PIB), desde 1995 a 1997, y el Foro Intergubernamental sobre Bosques (FIB) desde 1997 a 2000, fueron los principales foros intergubernamentales para el desarrollo de la política forestal internacional. Aunque las propuestas de acción PIB/FIB no son legalmente vinculantes, los participantes en estos procesos están sujetos a la obligación política de ejecutar las propuestas de acción acordadas. De este modo, se espera que cada país lleve a cabo una evaluación nacional sistemática de las propuestas de acción PIB/FIB y planifiquen su puesta en práctica. Se hacen algunas referencias a los recursos genéticos forestales, principalmente sobre problemas de propiedad intelectual.

### 6.3.2 Información global

Un Cuadro de Expertos en Recursos Genéticos Forestales, establecido en 1968, asesora a la FAO, e indirectamente a la comunidad mundial, sobre programas y prioridades en el campo de los recursos genéticos forestales. De acuerdo con las recomendaciones del Cuadro, se ha desarrollado el sistema mundial de información sobre recursos genéticos forestales REFORGEN (véase el Recuadro 6.3). Este sistema incluye datos técnicos resumidos, basados en los países e información recogida durante la preparación de los talleres regionales sobre recursos genéticos forestales (véase la Sección 6.4.2).

## Recuadro 6.2 **Propuestas de acción del PIB relacionadas con los recursos genéticos forestales**

### **56 (j)**

Impulsó a los países a fomentar una participación justa y equitativa en los beneficios procedentes de la utilización de los recursos genéticos forestales (tal como se definió en el CDB) y de los resultados y aplicaciones de la investigación, en condiciones mutuamente acordadas y a trabajar, según se precise, en el tratamiento de los problemas de identificación de los orígenes de los recursos genéticos forestales, dentro de sus derechos de propiedad intelectual, sui generis u otros sistemas apropiados de protección, según proceda, teniendo en cuenta el trabajo que está siendo promovido por el CDB y otros acuerdos internacionales relacionados, en conformidad con las leyes nacionales.

### **74 (c) FIB**

Invitó a los países a trabajar con las organizaciones internacionales pertinentes, para ayudar a desarrollar un entendimiento y apreciación común de la relación entre los derechos de propiedad intelectual, sui generis u otros sistemas apropiados de protección y el trabajo incluido en el CDB, según se precise para el tratamiento de los problemas relativos a la identificación de los orígenes de los conocimientos tradicionales relacionados con el bosque y de los conocimientos resultantes de la utilización de los recursos genéticos forestales (según lo definido por el CDB), con el fin de proteger tales conocimientos de un uso inadecuado.

### **85 (b)**

El Foro animó a los países a elaborar y ejecutar estrategias apropiadas para la protección de la serie completa de valores forestales, incluyendo los aspectos culturales, sociales, espirituales, ambientales y económicos; el reconocimiento de las múltiples funciones y el uso sostenible de todo tipo de bosques, con especial consideración de la diversidad biológica; la participación de las comunidades y otras partes interesadas; la integración de las necesidades de sustento de las comunidades indígenas y locales; y la planificación y manejo basadas en el ecosistema, con especial hincapié en la integridad permanente de la diversidad genética.

Fuente: Propuestas de Acción PIB.

<http://www.un.org/esa/forests/pdf/ipf-iff-proposalsforaction.pdf>

Muchas otras organizaciones e instituciones internacionales, regionales y nacionales han establecido bases de datos complementarias y sistemas de información sobre recursos genéticos de bosques y árboles, con diferentes enfoques y finalidades. Hay, por ejemplo, un gran número de bases de datos sobre taxonomía, nomenclatura y descripción botánica de árboles forestales. Los sistemas mundiales de información más centrados en la diversidad genética de los árboles forestales incluyen:

- el Directorio de Suministradores de Semillas de Árboles y la Base de Datos Agroforestales mantenida por ICRAF
- la Lista Roja 2003 de Especies Amenazadas de la UICN
- la Base de Datos de Conservación de Árboles sobre Especies Amenazadas, del Centro Mundial de Seguimiento de la Conservación
- el Compendio Forestal CAB

## Recuadro 6.3 REFORGEN: Sistema Mundial de Información de la FAO sobre RGF

El Sistema Mundial de Información de la FAO sobre Recursos Genéticos Forestales (REFORGEN) pone a disposición información resumida sobre el estado del manejo genética de árboles y arbustos forestales importantes, por países o por especies. El sistema puede usarse para obtener una visión general rápida del estado de la diversidad a nivel nacional, regional e internacional. También puede servir como información elemental para búsquedas más especializadas de carácter geográfico o de interés actual.

Incluye información sobre:

- instituciones que tratan de la conservación y utilización de recursos genéticos forestales
- las principales especies arbóreas nativas e introducidas y sus principales usos
- amenazas a especies y poblaciones
- especies arbóreas ordenadas para conservación *in situ*
- actividades de conservación *ex situ*
- programas de mejoramiento genético de árboles
- disponibilidad de materiales forestales reproductivos para fines de conservación e investigación

El sistema de información REFORGEN está disponible a través de internet en la FAO, <http://www.fao.org/forestry/foris/reforgen/index.jsp>

- la base de datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) sobre materiales forestales básicos aprobados, por especies y países participantes
- Dendrome, colección de bases de datos de genomas de árboles forestales, mantenido por la Universidad de California, en Davis
- el Directorio Mundial de Genetistas Forestales y Viveristas Forestales, recopilado por la Comisión Forestal Norteamericana y la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO).

### 6.3.3 Instrumentos mundiales relacionados con materiales reproductivos y el uso de la biotecnología

El Plan de la OCDE para la Certificación de Materiales Forestales Reproductivos que circulan en el Comercio Internacional, es un Acuerdo voluntario que fomenta en los países miembros la producción y utilización, de semillas o plantas de árboles forestales que han sido recogidas, tratadas, mejoradas, etiquetadas y distribuidas de forma que garantiza la autenticidad en cuanto a su nombre, asegurándose con ello su calidad genética. El Plan se creó originalmente en 1974, y se están manteniendo discusiones para actualizarlo e incluir nuevas categorías de materiales.

Aunque el CDB reconoce, como principio general, que los países tienen la soberanía sobre sus recursos biológicos, se han elaborado una serie de regulaciones para el tratamiento de los problemas sobre temas de bioseguridad, relacionados con el traslado de materiales reproductivos. Más específicamente, el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, dentro del CDB, trata del movimiento transfronterizo de organismos vivos modificados. Hasta la fecha, el protocolo no hace referencia concreta sobre materiales reproductivos o productos de árboles forestales.

## 6.4 Iniciativas regionales sobre conservación y manejo de recursos genéticos forestales

### 6.4.1 Programas y actividades

La cooperación y colaboración puede establecerse para beneficio mutuo a distintos niveles. Las actividades pueden relacionarse por proximidad geográfica, semejanzas ecológicas o interés común en especies determinadas. En algunas regiones, se han elaborado programas de colaboración formalizados para coordinar el trabajo entre países. Los métodos regionales para la conservación de la biodiversidad forestal y los recursos genéticos forestales, son especialmente útiles cuando los países tienen condiciones institucionales, necesidades ecológicas y requisitos sociales similares.

#### Recuadro 6.4 Programas y proyectos regionales sobre RGF

- La Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (CAMCORE), que tiene su sede en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, Raleigh, EUA, se ocupa de la exploración, recolección, intercambio, ensayos, mejora y conservación de coníferas y de algunas especies frondosas, originarias de México y Centro América (Dvorak 1999).
- La Iniciativa Regional del Pacífico Sur sobre Recursos Genéticos Forestales (SPRIG), bajo la Secretaría de la Comunidad del Pacífico, ha ayudado a elaborar estrategias completas y acciones coordinadas en cinco países insulares que son Fiji, Samoa, Islas Salomón, Tonga y Vanuatu (Thomson 2000).
- La Red de Asia Central y Transcaucasia sobre Recursos Fitogenéticos (CATCN-PGR), se centra en la conservación de recursos genéticos de cultivos y árboles forestales en ocho países de la subregión. Se benefició durante su establecimiento de la experiencia y asistencia de IPGRI/Bioversity International y el programa EUFORGEN (Turok 1997).
- El Programa Africano Subsahariano sobre Recursos Genéticos Forestales (SAFORGEN) coordinado por IPGRI/Bioversity International en colaboración con la FAO, pretende el fortalecimiento de los institutos de investigación regionales y nacionales y de los programas de investigación forestal en los países de África Subsahariana (Eyog Matig y Gaoué 2002).
- La Asociación Asia-Pacífico de Instituciones de Investigación Forestal (APAFRI) e IPGRI/Bioversity International han colaborado para establecer el Programa de Recursos Genéticos Forestales de Asia-Pacífico (APFORGEN). Este programa pretende fortalecer la colaboración regional sobre recursos genéticos forestales e incrementar la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos forestales tropicales de la región (Luoma-Aho *et al.* 2003).
- La Comisión Forestal Norteamericana, que es una de las seis comisiones forestales regionales establecidas por la FAO, ha establecido un Grupo de Trabajo sobre Recursos Genéticos que fomenta la colección, intercambio y difusión de información. La mayoría de los esfuerzos en los últimos años han consistido en ayudar a coordinar la investigación, la formación y el intercambio internacional sobre conocimientos en materia de manejo de recursos genéticos forestales, entre México, EUA y Canadá.

Un ejemplo de tal colaboración técnica regional voluntaria es el Programa Europeo de Recursos Genéticos Forestales (EUFORGEN), establecido en cumplimiento de una resolución de la Primera Conferencia Ministerial sobre la Protección de los Bosques Europeos, celebrada en Estrasburgo, Francia, en 1990. EUFORGEN está coordinado por Bioversity International con apoyo técnico de la FAO. Se han establecido cinco redes de trabajo dentro de la estructura del programa, que sostiene el desarrollo de metodologías y de las “mejores prácticas” de conservación *in situ* y *ex situ* de la variación genética en especies piloto elegidas o grupos de especies, el intercambio de material reproductivo para fines de investigación y conservación y el intercambio de información y experiencias (Turok y Geburek 2000).

Una serie de otros programas o proyectos de colaboración regionales, subregionales y eco-regionales, se han establecido en África, Asia-Pacífico y Oceanía, Cercano Oriente y Centro América y México (véase el Recuadro 6.4). Éstos generalmente pretenden tratar todo el tema de la conservación genética forestal y el uso sostenible mediante un método holístico intersectorial. En años recientes, los métodos regionales han sido complementados con métodos eco-regionales y con acciones centradas en especies prioritarias comunes o grupos de especies (véanse los ejemplos del Recuadro 6.5).

## Recuadro 6.5 Redes de especies sobre RGF concretas

Una serie de iniciativas del pasado y actualmente en marcha han elegido ciertas especies arbóreas importantes. Éstas incluyen el programa regional EUFORGEN, antes mencionado, en el que se han establecido redes específicas de especies bajo un sistema regional común. Los ejemplos que siguen indican simplemente algunos casos en que programas nacionales e internacionales se han dedicado específicamente a los problemas de los recursos genéticos forestales de una especie:

- El Proyecto sobre Recursos Genéticos de Especies Arbóreas de la Zona Árida y Semiárida para la Mejora de la Vida Rural, coordinado por la FAO en las décadas 1980 y 1990, se centró en la exploración, recolección, intercambio, evaluación y conservación de recursos genéticos de especies de finalidad múltiple de zona seca, con referencia especial a *Acacia* y *Prosopis* spp. (Graudal 1995; véase también [www.dfsc.dk](http://www.dfsc.dk); Ræbild *et al.* 2003 a-u; Ræbild *et al.* 2004 a-e; FAO 2004).
- La Red Internacional del Neem, coordinada por la FAO, trata de aclarar la extensión y modelos de variación genética de la *Azadirachta indica* y ayudar a los países colaboradores con Asia, África y América Latina para hacer el uso apropiado del potencial que ofrece esta especie, de finalidad múltiple, en tierras áridas (Hansen *et al.* 1996; FAO 1998).
- LEUCNET es una red informal de científicos, extensionistas y viveristas forestales que comparten el interés común de mejorar la productividad y utilidad de *Leucaena* spp. (FAO, 1995).
- TEAKNET, centrado en la *Tectona grandis*, tiene su sede en el Departamento Forestal de Myanmar, con estrechos lazos con la Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico, Bangkok, Tailandia (FAO 1996b).
- La Red Internacional para el Bambú y el Ratán (INBAR) tiene su sede en Pekín, China (INBAR 2003).

*continúa*

- La Comisión Internacional del Álamo (CIA), uno de los Órganos Técnicos Estatutarios de la FAO, trata de fomentar el cultivo, conservación y utilización de los miembros de la familia *Salicaceae*, que incluye álamos y sauces. La CIA comprende actualmente 37 países miembros (Ball 1997).
- IPGRI/Bioversity International estableció COGENT en 1992 para mejorar la producción sostenible del cocotero y promover un programa de alcance mundial para la conservación y utilización de los recursos genéticos del cocotero (IPGRI 1999). En la actualidad, COGENT tiene 38 países miembros que colaboran en la investigación y conservación genética del cocotero (Ramanatha Rao y Batugal 1998).
- El Proyecto Mundial IPGRI/Organización Internacional del Cacao (ICCO) titulado “Utilización y conservación del germoplasma del cacao” ha establecido colaboración entre los países que tienen poblaciones nativas originales, y también países de África Occidental y del sureste de Asia (Eskes *et al.* 2000).

Iniciativas más recientes incluyen una serie de proyectos de secuenciación del genoma en *Eucalyptus* y *Populus*.

Además de estas iniciativas regionales voluntarias que promueven la conservación y manejo de la diversidad genética de árboles forestales, a nivel técnico hay pocas normas regionales completas, como la Directiva de la Unión Europea 1999/105/CE sobre comercialización y etiquetado de materiales forestales reproductivos, que afecta al menos a 27 países (Ackzell 2002).

## 6.4.2 Estado de los recursos genéticos forestales regionales y planes de acción

A continuación de la Conferencia de Leipzig (véase la Sección 6.3.1), se han convocado una serie de talleres sobre recursos genéticos forestales, con ayuda de FAO, Bioversity International, el Centro de Semillas Forestales de Danida (CSFD) y otras organizaciones. Estos talleres regionales y subregionales han apoyado la elaboración de informes de situación y planes de acción para la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos forestales dentro de un marco regional (véase el Cuadro 6.1). Durante la preparación de estos talleres, expertos locales elaboraron una serie de metodologías para la evaluación a nivel de país del estado de la diversidad genética de árboles y arbustos forestales. En la mayoría de las regiones abarcadas se han preparado informes de situación basados en los países, sintetizados en planes de acción regionales, de acuerdo con la utilidad expresada por los participantes. Se han celebrado talleres para especies templadas de Norte América (1995), Bosques Boreales (1995), África Saheliana (1998), Pacífico Sur 1999), África Meridional y Oriental (2000), Sureste de Asia (2001), Centro América, Cuba y México (2002), Asia (2003) y África Central (2003) (Patiño, 2004). La información actualizada sobre especies e instituciones, ha sido recopilada en el Sistema Mundial de Información de la FAO sobre Recursos Genéticos Forestales (REFORGEN) (véase la Sección 6.3.2 y el Recuadro 6.3).

## Cuadro 6.1 Talleres sobre RGF apoyados por FAO, IPGRI/Bioversity International o CSFD desde 1995 a 2003

Eco-región	Organizadores Internacionales	Organizador Nacional	Número de países/ territorios comprendidos	Situación del país sobre RGF	Lista de especies de prioridad nacional	Resumen o síntesis regional	Plan de acción regional o recomendaciones
Norte América Templada (1995)	Comisión Forestal Norteamericana	Servicio Forestal USDA U. California	3		+	+	+
Bosques boreales (1995)	FAO	Servicio Forestal Canadiense	20		+	+	+
África Saheliana (1998)	FAO, IPGRI, CSFD, ICRAF, IUFRO	CNSF Burkina Faso	15	+	+	+	+
Islas del Pacífico (1999)	SPRIG, AusAID, FAO, SPC, SPREP, IUFRO	División Forestal de Samoa	18	*	+	+	+
África Oriental y Meridional (2000)	SADC, FAO, ICRAF, IPGRI, CSFD, IUFRO	División Forestal, Tanzania	9	+	+	+	+
Sureste de Asia (2001)	FORGENMAP, APAFRI, CSFD, FORSPA	Departamento Forestal Real Thai	8	+	+	+	+
Centro América (2002)	FAO, IPGRI, IUFRO	CATIE, Costa Rica	9	+	+	+	*
África Central (2003)	FAO, OAM, PNUD, IPGRI, ICRAF, IUFRO	Dirección de Bosques, Congo	6	*	+	+	*
Asia Meridional (2003)	AFORGEN, IPGRI, APAFRI, FAO, CSFD	FRIM, Malasia	13	+	+	+	+

\* trabajo en marcha; + trabajo terminado

Nota: en Europa, el Programa Europeo de Recursos Genéticos Forestales (EUFORGEN) ha estado coordinando con los países desde 1994 basados en los principios sobre diversidad biológica de árboles forestales.

De Patiño (2004)

### 6.5 Notas finales

Las prioridades internacionales en materia, de recursos genéticos forestales, han cambiado desde un enfoque inicial de apoyo a los países para estudios genecológicos y recolección de semilla, reforzando la investigación de especies y procedencias de algunas especies madereras importantes, la década de 1960 y principios de los años 1970, hacia una manejo más amplia de los recursos genéticos de una serie de árboles y arbustos para un gran número de propósitos y usos finales, en una variedad de contextos nacionales y locales. Tal cambio, de orientación debido en gran parte a los cambios en la percepción del lugar y el papel de los bosques y los árboles en el desarrollo nacional, ha venido acompañado

por una atención creciente, en todos los países, hacia las especies nativas. A nivel político, las agendas nacionales e internacionales están tratando cada vez más de los problemas relacionados con los derechos de propiedad intelectual y la creación de patentes de aplicaciones genéticas, el acceso y la participación en los beneficios del uso de materiales genéticos y elaboración de normas sobre productos y procesos de la biotecnología, como la ingeniería genética (Lewontin y Santos 1997). Estos avances están, con frecuencia, inducidos por acuerdos en otros sectores, y bajo su influencia incluyendo el comercio, la economía, la agricultura y el medio ambiente, en lugar de ser parte integrante de iniciativas dirigidas por el sector forestal.

Además, el número de instrumentos relacionados con los bosques, la silvicultura y los recursos genéticos forestales, se ha incrementado mucho recientemente a nivel nacional e internacional en respuesta a la creciente conciencia ambiental y a los correspondientes acuerdos y programas, de carácter nacional e internacional. Existe la necesidad de conseguir una estrecha colaboración entre tales instrumentos, incluyendo vínculos sectoriales de carácter transversal. Como las instituciones y conocimientos de los países en desarrollo se han venido fortaleciendo gradualmente, la acción internacional ha acentuado crecientemente, durante la última década, el trabajo institucional en red en lugar del apoyo directo, y la FAO, Bioversity International y otras instituciones internacionales y bilaterales han variado su atención hacia la creación de asociaciones técnicas con instituciones nacionales de países desarrollados y países en desarrollo. El programa europeo Bioversity International/EUFORGEN sirve como un excelente ejemplo y posible modelo para otras regiones en cuanto a la colaboración en la toma de decisiones y la ejecución de los planes de acción nacionales realizados bajo un sistema general de carácter regional.

A escala mundial, el creciente tráfico de personas, bienes, servicios, información y conocimientos, contribuye a un cambio constante en las demandas sobre los bosques, los productos maderables y no maderables y los servicios ambientales y a cambios en los límites y prioridades del sector de recursos genéticos forestales. La disponibilidad de información actualizada, como se destacó en el CDB y en ITPGRFA, es fundamental para quien toma las decisiones como para los administradores y científicos.

Qué tipo de recurso o función forestal se usará, para qué fin, por qué cliente, en qué región, durante qué período, todos ellos son parámetros importantes que condicionarán la percepción de los recursos genéticos forestales y también el nivel de la atención otorgada a este tema.





## REFERENCIAS

- Ackzell, L. 2002. On the doorstep to new legislation on forest reproductive material: policy framework and legislation on trade with forest reproductive material. *Forest Genetic Resources* 30:52–53.
- Adnan, S. (ed.). 1992. People's participation, NGOs and the flood action plan: an independent review. Oxfam, Dhaka, Bangladesh.
- Anan Ganjanapan, A. 1996. The politics of environment in Northern Thailand: ethnicity and highland development programs. Pp. 202–212 in *Seeing forests for trees. Environment and environmentalism in Thailand* (P. Hirsch, ed.). Silkworm Books, Chiang Mai, Thailand
- Ayling, R. and K. Kelly. 1997. Dealing with conflict: natural resources and dispute resolution. *Commonwealth For. Rev.* 76(3):182–185.
- Ball, J. 1997. News from the International Poplar Commission. *Forest Genetic Resources* 25:68–69.
- Barth, F. 1993. *Balinese worlds*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Bawa, K.S. 1994. *La selva: ecology and natural history of a tropical rain forest*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Bawa, K. S. and Hadley, M. (eds.). 1990. *Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the Biosphere Series Volumen 7*, UNESCO, Paris, IUBS and Parthenon Publishing Company.
- Benson, D.H. 1985. Aspects of the ecology of a rare tree species, *Eucalyptus benthamii*, at Bents Basin, Wallacia. *Cunninghamia* 1:371-383.
- Boffa, J.M. 2000. West African agroforestry parklands: keys to conservation and sustainable management. *Unasylya* 51:11–17
- Boshier, D. H. 2000. Mating systems. Pp. 63–79 *in* *Forest conservation genetics* (A. Young, D. Boshier and T. Boyle, eds.) CSIRO and CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Bourdieu, P. 1990. *The logic of practice*. Polity Press, Cambridge, UK.
- Bourdieu, P. 1991. *Language and symbolic power*. Polity Press, Cambridge, UK.
- Boyle, T.J.B. and B. Boontawee (eds.). 1995. *Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Brown, S. and S. Kresovich. 1996. Molecular characterization for plant genetic resources conservation. Pp. 85–93 *in* *Genomic mapping in plants* (A.H. Paterson, ed.). R.G. Landes Austin, TX, USA.
- Buckles, D. (ed.). 1999. *Cultivating peace. Conflict and collaboration in natural resource management*. International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
- Buckles, D. and G. Rusnak. 1999. *Conflict and collaboration in natural resource management. Introduction in Cultivating peace. Conflict and collaboration in natural resource management* (D. Buckles, ed.). International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
- Butcher, P.A., J.C. Glaubitz and G.F. Moran. 1999. Applications for microsatellite markers in the domestication and conservation of forest trees. *Forest Genetic Resources* 27:34–42.
- Butterfield, R.P. 1995. Promoting biodiversity: advances in evaluating native species for reforestation. *For. Ecol. Manage.* 75:11–121.
- CBD. 2003. *Handbook of the Convention on Biological Diversity*, 2nd edition. Secretariat of the CBD, Montreal, Canada.

- CCB. 1995. Survey of national teak forests in Thailand. Centre for Conservation Biology, Mahidol University and Royal Forest Department. Report to the World Bank, Bangkok, Thailand.
- Chambers, R. 1992. Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory. Discussion Paper 311, Institute of Development Studies, University of Sussex, UK.
- Danida. 1996. Logical framework approach. A flexible tool for participatory development. Danida, Copenhagen, Dinamarca
- Darrow, W.K. 1995. Selection of eucalypt species for cold and dry areas in South Africa. Pp. 336–338 in *Eucalypt Plantations: Improving Fibre Yield and Quality*. Proceedings of CRCTHF—IUFRO Conference, Hobart, 19–24 Feb. Co-operative Research Centre for Temperate Hardwood Forestry, Hobart, Australia.
- Davis, R. 1984. Muang metaphysics: a study of Northern Thai myth and ritual. Pandora, Bangkok.
- Davis-Case, D. 1989. Community forestry, participatory assessment, monitoring and evaluation. FAO of the United Nations, Roma, Italia.
- Davis-Case, D. 1990. The community's toolbox. The idea, methods and tools for participatory assessment, monitoring and evaluation in community forestry. Community Forestry Field Manual 2, FAO of the United Nations, Roma, Italia.
- Dawson, I. and J. Were. 1999. *Prunus africana*: ex, circa, and in situ conservation of an endangered medicinal tree: a case study for conservation. Pp. 121–128 in *Recent research and development in forest genetic resources*. Proceedings of the Training Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Forest Genetic Resources in Eastern and Southern Africa, 6–11 December 1999, Nairobi, Kenya.
- Dreistadt, S.H., D.L. Dahlsten, and G.W. Frankie. 1990. Urban forests and insect ecology. *BioScience* 40(3):192–198.
- Dvorak, W.S. 1999. Recent activities of the CAMCORE cooperative. *Forest Genetic Resources* 27:73–74.
- Eghenter, C. 2000. Mapping people's forests: The role of mapping in planning community based management of conservation areas in Indonesia. Biodiversity Support Program, Washington, DC, USA.
- El-Kassaby Y.A., and G. Namkoong. 1995. Genetic diversity of forest tree plantations: consequences of domestication. Pp. 218–228 in *Consequences of changes in biodiversity*, IUFRO World Congress 2, Tampere, Finlandia.
- Ellen, R. 1986. What Black Elk left unsaid. *Anthropol. Today* 2(6):8–12.
- Eriksson, G., G. Namkoong and J.H. Roberds. 1993. Dynamic gene conservation for uncertain futures. *For. Ecol. Manage.* 62:15–37.
- Eskes, A.B., J.M.M. Engels, and R.A. Lass (eds.). 2000. Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection. Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI Project Workshop, 1–6 February 1998, Montpellier, Francia.
- Eyog Matig O. and O.G. Gaoué (eds.). 2002. Development of appropriate conservation strategies on African forest species identified as priority species by SAFORGEN member countries. IPGRI, Nairobi, Kenya.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics, (3rd edition). Longman, Londres.
- FAO. 1989. Recursos fitogenéticos: su conservación *in situ* para el uso humano. FAO de Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 1993. Conservación de los recursos genéticos forestales en el manejo del bosque tropical: principios y conceptos (basado en el trabajo de R.H. Kemp, G. Namkoong y F.H. Wadsworth). Estudio FAO Montes No. 107, FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 1994. El papel de la gestión alternativa de conflictos en la silvicultura comunitaria. Programa Bosque, Árboles y Gente, Documento de Trabajo No. 1, FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.

- FAO. 1995. Noticias LEUCNET: hoja informativa de la red internacional de investigación y desarrollo de la *Leucaena*. Recursos Genéticos Forestales 23:25.
- FAO. 1996a. 4ª Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos y detalles sobre recursos genéticos forestales. Recursos Genéticos Forestales 24:40–42.
- FAO. 1996b. TEAKNET. Recursos Genéticos Forestales 24:63.
- FAO. 1998. Actividades de la Red Internacional del Neem. Recursos Genéticos Forestales 26:30.
- FAO. 1999. Informe de la Undécima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales. 29 de septiembre - 1 de octubre de 1999, FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 2002. Criterios e indicadores para evaluar la sostenibilidad del manejo forestal: conservación de la biodiversidad y la variación genética. Documento preparado por G. Namkoong, T. Boyle, Y. A. El-Kassaby, C. Palmberg-Lerche, G. Eriksson, H.-R. Gregorius, H. Joly, A. Kremer, O. Savolainen, R. Wickneswari, A. Young, M. Zeh-Nlo y R. Prabhu. Documento de Trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales RGF/37E, FAO de las Naciones Unidas, Roma. Italia.
- FAO. 2003. Debate internacional de política sobre bosques y biodiversidad forestal. Pág. 45-49 en Estado de los bosques mundiales 2003, Sección I. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 2004. Ensayos Internacionales de Especies y Procedencias de Especies de Acacia y Prosopis de la Zona Seca: Resultados de las evaluaciones 1990–1994. Recursos Genéticos Forestales 31:38.
- Fourré, J.L., P. Berger, L. Niquet and P. Andre. 1997. Somatic embryogenesis and somaclonal variation in Norway spruce: morphogenetic, cytogenetic and molecular approaches. *Theor. Appl. Genet.* 94:159–169.
- Frankel, O.H. 1976. Natural variation and its conservation. Pp. 21–44 *in* Genetic diversity in plants (A. Muhammed, R. Aksel and R.C. von Borstel, eds.) Plenum Press, New York, USA.
- Frankel, O.J. and M.E. Soulé. 1981. Conservation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Franklin, I.R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pp. 135–149 *in* Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective (M.E. Soulé and B.A. Wilcox, eds.). Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Franzel, S., H. Jaenicke and W. Janssen. 1996. Choosing the right tree: setting priorities for multipurpose tree improvement. ISNAR Research Report No 8, International Service for National Agricultural Research, The Hague, The Netherlands.
- FSIV. 1996. List of native Vietnamese tree species with high value timber. Paper presented at meeting in Hanoi, 21 November 1999. Forest Science Institute of Viet Nam and STRAP (CGP/RAS/142/JPN).
- Gardner, K. and D. Lewis. 1996. Anthropology, development and post-modern challenge. Pluto Press, Londres, UK.
- Ghazoul, J. and M. McLeish. 2001. Reproductive ecology of tropical forest trees in logged and fragmented habitats in Thailand and Costa Rica. *Plant Ecol.* 153:335–345.
- Gillet, E.M. (ed.). 1999. Which DNA marker for which purpose? Final compendium of the research project developments, optimization and validation of molecular tools for assessment of biodiversity in forest trees in the European Union DGXII Biotechnology FW IV Research Programme 'Molecular Tools for Biodiversity'. Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, University of Göttingen, Alemania.
- Granhof, J. 1998. Conservation of forest genetic resources without people's participation— an experience from Northeast Thailand. Royal Forest Department (RFD) and Forest Genetic Resources Conservation and Management Project (FORGENMAP), Bangkok, Tailandia.

- Graudal, L. 1995. Progress in the evaluation of field trials established within the framework of the FAO project on genetic resources of arid and semi-arid zone arboreal species. *Forest Genetic Resources* 23:56–57.
- Graudal, L. and E.D. Kjær. 2000. Can national tree seed programmes generate economic, social and/or environmental benefits to cover their costs? Considerations on economics, sustainability and challenges ahead for tree seed centres in tropical countries. Pp. 15–28 *in* 2001. Recent Research and Development in Forest Genetic Resources (O. Eyog-Matig, B. Kigomo and J.-M. Boffa, eds). Proceedings of the Training Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Forest Genetic Resources in Eastern and Southern Africa, 6–11 December 1999, Nairobi, Kenya. International Plant Genetic Resources Institute, Nairobi, Kenya.
- Graudal, L., E.D. Kjær, and S. Canger. 1995. A systematic approach to the conservation of genetic resources of trees and shrubs in Denmark. *For. Ecol. Manag.* 73:117–134.
- Graudal, L., E.D. Kjær, A. Thomsen and A.B. Larsen. 1997. Planning national programmes for conservation of forest genetic resources. Technical Note No. 48, Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Dinamarca.
- Graudal, L., E.D. Kjær, V. Suangtho, P. Saardavut and A. Kaosa-ard. 1999. Conservation of genetic resources of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. Technical Note No. 52, Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Dinamarca.
- Grimble, R., M-K. Chan, J. Aglionby and J. Quan. 1995. Trees and trade-offs: a stakeholder approach to natural resource management. Gatekeeper Series No. 52, Sustainable Agriculture Programme, International Institute for Environment and Development, Londres, UK.
- Guldager, P. 1975. *Ex situ* conservation stands in the tropics. Pp. 85–92 *in* The methodology of conservation of forest genetic resources. FO:MISC/75/8. FAO of the United Nations, Roma.
- Hamann, A., S.N. Aitken, and A.D. Yanchuk. 2004. Cataloguing *in situ* protection of genetic resources for major commercial forest trees in British Columbia. Pp. 295–305 *in* Conference proceedings, Dynamics and Conservation of Genetic Diversity in Forest Ecosystems, Strasbourg, 2–5 December 2003. *For. Ecol. Manag.* 197 (1–3).
- Hamrick, J.L. 1994. Genetic diversity and conservation in tropical forests. *In* Proceedings of the International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed. ASEAN-Canadian Forest Tree Seed Centre Project, Muak-Lek, Saraburi, Thailand.
- Hamrick, J.L. 2001. Breeding patterns of a tropical dry forest tree species, *Enterolobium cyclocarpum*, in disturbed and undisturbed habitats. Pp. 291–294 *in* Tropical ecosystems: structure, diversity and human welfare (K.N. Ganeshiah, R. Uma Shaanker and K.S. Bawa, eds.). Oxford and IBH Publishing Co., Nueva Deli, India.
- Hamrick, J.L. and M.J. Godt. 1990. Allozyme diversity in plant species. Pp. 43–63 *in* Plant population genetics, breeding, and genetic resources (A.H.D. Brown, M.T. Clegg, A.L. Kahler and B.S. Weir, eds.). Sinauer Associates, MA, USA.
- Hamrick, J. L. and J. D. Nason. 2000. Gene flow in forest trees. Pp 81–90 *in* Forest conservation genetics (A. Young, D. Boshier and T. Boyle, eds.) CSIRO and CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Hansen, C.P. and E.D. Kjær. 1999. Appropriate planting material in tree plantings: opportunities and critical factors. Pp. 53–71 *in* Proceedings of the International Expert Meeting on the Role of Planted Forests for Sustainable Forest Development, Santiago, Chile, 6–9 April 1999.
- Hansen, C.P., Thomson, A. and O. Souvannavong. 1996. Recent activities of the International Neem Network. *Forest Genetic Resources* 24:33–39.
- Hirsch, P., K. Phanvilay, and K. Tubtim. 1999. Nam Ngun, Lao PDR. Community-based natural resource management and conflicts over watershed resources. Pp. 45–59 *in* Cultivating peace. Conflict and collaboration in natural resource management (D. Buckles, ed.). International Development Research Centre, Ottawa, Canada.

- Hodgkin, T. 1996. Some current issues in conserving the biodiversity of agriculturally important species. Pp. 357–368 *in* Biodiversity, science and development (F. di Castri and T. Younès, eds.). IUBS, CAB International, Wallingford, UK.
- Hubbell, S.P. and R.B. Foster. 1990. The fate of the juvenile trees in a Neotropical forest: Implications for the natural maintenance of tropical diversity. Pp. 317–341 *in* Reproductive ecology of tropical forest plants (K.S. Bawa and M. Hadley, eds.). Man and the Biosphere Series Volumen 7, UNESCO, Paris, IUBS and Parthenon Publishing Company.
- Hyppa, J., H. Huupa, M. Inkinen and M. Engdahl. 1998. Verification of the potential of various remote sensing data sources for forest inventory. Pp. 1812–1814 *in* Proceedings of the IEEE Geosciences and Remote Sensing Society, Seattle, WA, 6–10 July 1998. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, NJ, USA.
- INBAR. 2003. INBAR in China and the World—Proceedings of the International Conference on INBAR in China and the World. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), Beijing, China.
- IPGRI. 1999. International Coconut Genetic Resources Network (COGENT) Newsletter. IPGRI, Roma, Italia.
- Isager, L. 2001. People and history of North Thailand. Chapter 8 *in* Forest in culture, culture in forest. E. Poulsen et al., eds.). Research Centre on Forest and People in Thailand, Danish Institute of Agricultural Sciences Research Centre, Foulum, Dinamarca.
- UICN. 2003. Lista roja 2003 de especies amenazadas de la UICN. [www.redlist.org](http://www.redlist.org)
- Jacobsen, N.K. 1976. Natural Geographical Regions of Denmark. Geogr. Tidsskr. 75:1-7. Det Kongelige Danske Geografiske Selskab.
- Jain, S.M. and K. Ishii (eds.). 2003. Micropropagation of woody plants and fruits. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- James, F.C. 1999. Lessons learned from a study of habitat conservation planning. *Bioscience* 49(11):871–874.
- Jarvis, D.I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A.H.D Brown, M. Sadiki, B. Sthapit and T. Hodgkin. 2000. Crop population genetics and breeding (mating) systems. Pp. 72–94 *in* A training guide for *in situ* conservation on-farm (version 1). IPGRI, Roma, Italia.
- Jensen, A. 2000. Stratégie nationale intégrée de production et de diffusion des semences des espèces ligneuses au Burkina Faso. CNSF, Burkina Faso/Danida Forest Seed Centre, Dinamarca.
- Karku, A., P. Hurme, M. Karjalainen, P. Karvonen, K. Kärkkäinen, D. Neale and O. Savolainen. 1996. Do molecular markers reflect patterns of differentiation in adaptive traits of conifers? *Theor. Appl. Genet.* 93:215–221.
- Karp, A. 2000. The new genetic era: will it help us in managing genetic diversity? SAT 21 Meeting, IPGRI, FRIM, Kuala Lumpur, Malasia.
- Kjær, E.D. and I. Nathan 2000. Integrated use and conservation of forest genetic resources. *In* Proceedings of the international workshop on experiences with ICD in natural resource management, Eigtved Pakhus, Copenhagen, September 2000. Reprint available from Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Dinamarca.
- Koshy, M.P., G. Namkoong, P. Kageyama, A. Stella, F. Gandara and W.A.N. Amaral. 2002. Decision-making strategies for conservation and use of forest genetic resources. Pp. 263–275 *in* Managing plant genetic diversity (J.M.M. Engels, V. Ramantha Rao, A.H.D. Brown and M.T. Jackson, eds.). IPGRI, Roma, Italia and CABI, Wallingford, UK.
- Kuata, D.A., P. Pupuka and G. Rosoman. 1996. Village-based forest harvesting in Solomon Islands. Paper presented to South Pacific Heads of Forestry Meeting, Port Vila, Vanuatu, 23–28 September 1996.
- Kumar, N. 2000. All is not green with JFM in India. *Forest, Trees and People Newsletter* 42:46–50.

- Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241:1455–1460.
- Lande, R. and G.F. Barrowclough. 1987. Effective population size, genetic variation, and their use in population management. Pp. 878–124 *in* *Viable populations for conservation* (M.E. Soule, ed.), University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Lawrence, D., D. Peart and M. Leighton. 1998. The impact of shifting cultivation on a rainforest landscape in West Kalimantan: spatial and temporal dynamics. *Landscape Ecol.* 12:135–148.
- Ledig, F.T. 1992. Human impacts on genetic diversity in forest ecosystems. *Oikos* 63:87–108.
- Lehane, R. 1994. Endangered eucalypt with commercial prospects. *Onwood*, Autumn 1994:6. CSIRO Forestry and Forest Products, Clayton, Victoria, Australia.
- Lewontin, R. and M. Santos. 1997. Current trends in intellectual property rights protection pose serious threats to future innovations in agricultural sector. *Diversity* 13(2/3):25–27.
- Libby, W.J. 1987. Genetic resources and variation. Pp. 200–209 *in* *Forest trees in improving vegetatively propagated crops*. Academic Press, New York, USA.
- Lillesøe, J.-P. B. 1996. *Dipterocarps. A review of literature of relevance to tree seed source programmes with emphasis on the species in Malesia* (2nd, slightly revised edn). Ministry of Forestry, Indonesia Tree Seed Source Development Project. P.T. Ardes Perdana/Danagro Adviser A/S, Jakarta, Indonesia.
- Lund, S. 1999. Etablissement des formes de collaboration avec les populations locales. Rapport technique pour le projet 'Production de semences et conservation des ressources forestières dans les territoires villageois'. Centre national de Semences Forestières, Burkina Faso/ Danida Forest Seed Centre, Dinamarca.
- Luoma-Aho, T., L.T. Hong, V. Ramanatha Rao, and H.C. Sim (editors). 2003. *Forest genetic resources conservation and management: Proceedings of the Asia Pacific Forest Genetic Resources Programme (APFORGEN) Inception Workshop*, Kepong, Kuala Lumpur, Malaysia, 15–18 July 2003.
- Lynch, M. 1996. A quantitative-genetic perspective on conservation issues. Pp. 471–501 *in* *Conservation genetics: case studies from nature* (J.C. Avise, and J.L. Hamrick, eds.). Chapman & Hall, New York, USA.
- Lynch, M. and B. Walsh. 1998. *Genetics and analysis of quantitative traits*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Mahapol, S. 1954. *Teak in Thailand*. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand.
- Mendonza, L. 1983. Notes on *Eucalyptus benthamii* in Argentina. *In* *Proceedings of 'Colloque International Sur Les Eucalyptus Resistants Au Froid'*. Bordeaux, Francia, Septiembere, 1983.
- Milton, K. 1996. *Environmentalism and cultural theory*. Routledge, Londres, UK.
- Namkoong, G. 1984a. A control concept for gene conservation. *Silvae Genet.* 33:160–163.
- Namkoong, G. 1984b. Strategies for gene conservation in tree breeding. Pp. 93–109 *in* *Proceedings of Plant Genetic Resources. A Conservation Imperative Symposium* (C.W. Yeatman, D. Kafton, G. Wilkes, eds.). Westview Press, Boulder, CO, USA.
- Namkoong, G. 1998. Genetic diversity for forest policy and management. Pp. 30–44 *in* *The living dance: policy and practices for biodiversity in managed forests* (F.L. Bunnell and J.F. Johnson, eds.). UBC Press, Vancouver, Canada.
- Namkoong, G. 2001. Forest genetics: pattern and complexity. *Can. J. For. Res.* 31(4):623–632.
- Namkoong, G., T. Boyle, H-R. Gregorius, H. Joly, O. Savolainen, W. Ratnam and A. Young. 1997. Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators. Working Paper No. 10, Centre for International Forest Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- National Academy of Sciences. 1991. *Managing global genetic resources: forest trees*. National Academy Press, Washington, DC, USA.

- Nikiema, A., D. Poda and M. Ouedraogo. 1997. Inventaire et cartographie des peuplements naturels de *Acacia senegal* (L.) Willd. au Burkina Faso. Rapport Technique No. 23, Projet 7 ACP BKF/031, CNSF, Burkina Faso.
- Nordisk Ministerråd. 1984. Naturgeografisk regioninddeling af Norden, Nordiska Ministerrådet. Ødum, S. 1968. Udbredelsen af træer og buske i Danmark (English summary: The distribution of trees and shrubs in Denmark). Bot. Tidsskr., 64(1). Dansk Botanisk Forening, København.
- Owens, J.N. 1994. Biological constraints to seed production in tropical trees. Pp. 40–51 in Proceedings of the International Symposium on Genetic Conservation and Seed Production of Tropical Forest Tree Seeds (R.M. Drysdale, S.E.T. John and A.C. Yapa, eds.). ASEAN–Canadian Seed Center, Muaklek, Thailandia.
- Palmberg-Lerche, C. 2000. International action in the management of forest genetic resources: status and challenges. Working Paper FGR/1. Forest Resources Division, Forestry Department, FAO, Roma, 49 pp.
- Palmberg-Lerche, C., J. Turok, and P. Sigaud. 2004. Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe: Contributions of a Training Course (Geburek, Th. and J. Turok eds.), Gmunden, Austria, 30 April–11 May 2001. Arbora Publishers, Slovakia (in press).
- Patiño, F. 2004. Progress in country and regional assessments of forest tree genetic diversity. Forest Genetic Resources 31:57–60.
- Poffenberger, M. 2000. Communities and forest management in Southeast Asia. A regional profile of the Working Group on Community Involvement in Forest Management, IUCN, Gland, Switzerland.
- Purvis, A. and A. Hector. 2000. Getting the measure of biodiversity. Nature 405: 212–219.
- Ræbild, A. et al. 2003a–u. Evaluation of field trials in the Arid Zone Series. Trials nos. 1–15, 19–24. Results and documentation Nos. 2–15, 22, 23, 25–28, and 33. Danida Forest Seed Centre.
- Ræbild, A. et al. 2004a–e. Evaluation of field trials in the Arid Zone Series. Trials nos. 16–18, 25–26. Results and documentation Nos. 24, 29–32. Danida Forest Seed Centre/Forest & Landscape Denmark.
- Rahnema, M. 1992. Participation. Pp. 116–32 in The development dictionary: a guide to knowledge as power (W. Sachs, ed.). Zed Press, Londres.
- Ramanatha Rao, V. and P. Batugal (eds.). 1998. Proceedings of the COGENT regional coconut genebank planning workshop, Pekanbaru, Riau, Indonesia, 26–28 Febrero 1996.
- Ritland, K. and S. Jain. 1981. A model for the estimation of outcrossing rate and gene frequencies using  $n$  independent loci. Heredity 47:35–52
- Roche, L. and M.J. Dourojeanni. 1984. A guide to *in situ* conservation of genetic resources of tropical woody species (prepared within the framework of FAO/UNEP Project 1108-75-05, 'Conservation of Forest Genetic Resources'). FAO of the United Nations, Roma, Italia.
- Savolainen, O. and K. Karkkainen. 1992. Effect of forest management on gene pools. New For. 6:329–345.
- Saxena, N.C. 1999. The New Forest Policy and Joint Forest Management in India, Pre- Workshop Volume, National Workshop on JFM, 25–26 Feb, organized by VOKSAT, SPWD, AKF and Gujrat Forest Department, Ahmedabad, India.
- Schmidt, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest Seed Center, Humbelæk, Dinamarca.
- Shaffer, M. 1981. Minimum population sizes for species conservation. BioScience 31:131–134.
- Shepherd, G. 1992. Managing Africa's tropical dry forests: a review of indigenous methods. ODI Agricultural Occasional Paper 14, Overseas Development Institute, Londres, UK.
- Shiva, V. 1988. Staying alive: women, ecology and development. Zed Press, Londres, UK.
- Singh, S. 1996. Joint Forest Management in India. Pp. 29–40 in Decentralization and biodiversity conservation (E. Lutz and J. Caldecott, eds.). World Bank, Washington, DC, USA.
- Smouse, P.E. 1998. To tree or not to tree. Mol. Ecol. 7:399–412.

- Smouse, P.E. and C. Chevillon 1998. Analytical aspects of population-specific DNA fingerprinting for individuals. *J. Heredity* 89:143–150.
- Soerianegara, I. and R.H.M.J. Lemmens (eds.). 1994. Plant resources of southeast Asia; Timber trees: major commercial timbers, Volumen 5, No. 1. PROSEA, Bogor, Indonesia/Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Stott, P. 1991. Muang and Pa. Elite views of nature in Thailand. Pp. 142–154 *in* Thai construction of knowledge (Manas Chitakasem and A. Turton, eds.). School of Oriental and African Studies, Londres.
- STRAP. 1995. National Workshop on Strengthening Re-afforestation Programmes in Lao PDR. FAO Regional Project STRAP Field Document No. 4 GCP/RAS/142/JPN.
- Tapisuwe, A., J. Whyte and S. Siwatibau. 1998. Participation in conservation in Vanuatu—a field worker's handbook. Island Consulting, Foundation of the Peoples of the South Pacific Regional Office, Port Vila, Vanuatu.
- Tapsoba, S.F.I. and K.L.M. Ky. 1999. Etude diagnostique pour une gestion participative de 20 peuplements semenciers au Burkina Faso. CNSF, Burkina Faso.
- Tewari, D.D. 1996. Economics of joint forest management programme: a case study of Saliya village, Gujarat, India. *Commonwealth For. Rev.* 75(3):203–211.
- Theilade, I., L. Graudal and E.D. Kjær (eds.). 2000. Conservation of the genetic resources of *Pinus merkusii* in Thailand. Danida Forest Seed Centre Technical Note No. 58, Royal Forest Department (RFD), Thailand/Forest Genetic Resources and Management Project (FORGENMAP), Thailand/FAO of the United Nations, Roma, Italia/Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark.
- Theilade, I., P.M. Sekeli, S. Hald and L. Graudal (eds.). 2001. Conservation plan for genetic resources of Zambezi teak (*Baikiaea plurijuga*) in Zambia. Case Study No. 2. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Dinamarca.
- Thomsen, A. 2000. Integrated tree seed supply strategy for Lao PDR. Draft report from technical consultancy. Lao Tree Seed Project/Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark/Indochina Tree Seed Project.
- Thomson, L. 2000. South Pacific Regional Initiative on forest genetic resources (SPRIG)— phase 2. *Forest Genetic Resources* 28:39–40.
- Tsai, L.M. and C.T. Yuan. 1995. A practical approach to conservation of genetic diversity in Malaysia: Genetic resource areas. Pp. 207–218 *in* Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests (T.J.B. Boyle and B. Boontawee, eds.). Proceedings of a IUFRO Symposium held at Chiang Mai, Thailand, 27 August–2 September 1994. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- Tumbahanphe, N. 1998. Institutional potentiality and challenges emerging within forest user groups. Project report B/NUKCFP/56, Nepal–UK Community Forestry Project, Kathmandu, Nepal.
- Turok, J. 1997. Forest genetic resources and conservation in Central Asia. *Forest Genetic Resources* 25:71–73.
- Turok, J. and Th. Geburek (eds.). 2000. International collaboration on forest genetic resources: the role of Europe. Proceedings of the 2nd EUFORGEN Steering Committee meeting, 26–29 November, Vienna, Austria. IPGRI, Roma, Italia.
- Tuxill, J. and G.P. Nabhan. 1998. Plants and protected areas. a guide to *in situ* management. Stanley Thornes (Publishers), Cheltenham, UK.
- Tyler, S.R. 1999. Policy implications of natural resource conflict management. Pp. 263–280 *in* Cultivating peace. Conflict and collaboration in natural resource management (D. Buckles, ed.). International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
- Uraivan, T-K-Y. 2000. Institutions, livelihoods, and the environment: change and response in mainland Southeast Asia. Conference paper, REPSI/NIAS Conference, Copenhagen, Dinamarca, 27–29 Septiembre.

- Vane-Wright, R. 1996. Identifying priorities for the conservation of biodiversity: systematic biological criteria within a socio-political framework. Pp. 309–344 *in* Biodiversity: a biology of numbers and difference (K.J. Gaston, ed.). Blackwell, Oxford, UK.
- Wilde, V.L. and A. Vainio-Mattila. 1995a. How to design and implement participatory training programmes. Section 1. Gender analysis and forestry. Forest, Trees and People Programme. FAO of the United Nations, Roma, Italia.
- Wilde, V.L. and A. Vainio-Mattila. 1995b. How to design and carry out participatory training workshops. Section 2. Gender analysis and forestry. Forest, Trees and People Programme. FAO of the United Nations, Roma, Italia.
- Wilde, V.L. and A. Vainio-Mattila. 1995c. How to use rapid rural appraisal (RRA) to develop case studies. Section 3. Gender analysis and forestry. Forest, Trees and People Programme. FAO of the United Nations, Roma, Italia.
- Wily, L. 1997. Villagers as forest managers and governments 'learning to let go'. The case of Duru-Haitemba and Mgori forests in Tanzania. Forest Participation Series No. 9, Forestry and Land Use Programme, International Institute for Environment and Development (IIED), Londres, UK.
- Wily, L., A. Akida, O. Haule, H. Haulle, S. Hozza, C. Kavishe, S. Luono, P. Mamkwe, E. Massawe, S. Mawe, D. Ringo, M. Makiya, M. Minja and A. Rwiza. 2000. Community management of forests in Tanzania—A status report at the beginning of the 21st century. Forest, Trees and People 42:36–45.
- Withers, L. A. 1993. New technologies for the conservation of plant genetic resources. Pp. 429–435 *in* International crop science I. Crop Science of America, Madison, WI, USA.
- Withers, L. A. and Engelmann, F. 1998. *In vitro* conservation of plant genetic resources. Pp. 57–88 *in* Agricultural biotechnology (A. Altman, ed.). Marcel Dekker Inc. New York, NY, USA.
- World Bank. 1996. Decentralization and biodiversity conservation (E. Lutz and J. Caldecott, eds.). Washington, DC, USA.
- Worm, K. and B. Morris. 1997. People and plants of Kayan Mentarang. WWF-IP, Londres, UK.
- WWF. 2000. Community based management of Kayan Mentarang National Park. Project document, WWF Denmark and WWF Indonesia.
- Yanchuk, A.D. 2001. A quantitative framework for breeding and conservation of forest tree genetic resources in British Columbia. Can. J. For. Res. 31:566–576.
- Yanchuk, A.D. and D.T. Lester. 1996. Setting priorities for conservation of the conifer genetic resources of British Columbia. For. Chron. 72:406–415.
- Yang, C.-R., F.C. Yeh and A.D. Yanchuk. 1996. A comparison of isozyme and quantitative genetic variation in *Pinus contorta* ssp. *latifolia* by FST. Genetics 142:1045–1052.
- Young, A.G. and T.J. Boyle, 2000. Forest fragmentation. Pp. 123–134 *in* Forest conservation genetics (A. Young, D. Boshier and T. Boyle, eds.). CSIRO and CABI Publishing, Wallingford, UK.





## SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACT	Territorio de la Capital de Australia
AFLP	polimorfismo de longitud en fragmentos amplificados
APAFRI	Asociación de Instituciones de Investigación Forestal de Asia-Pacífico
APFORGEN	Programa de Recursos Genéticos Forestales de Asia-Pacífico
ARG	Áreas de recursos genéticos
AusAID	Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional
BCFS	Servicio Forestal de la Columbia Británica
BCG	Bosque de conservación genética
BGC	Biogeoclimático
CAMCORE	Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México
CATCN-PGR	Red de Asia Central y Transcaucasiana de Recursos Fitogenéticos
CATIE	Centro Agrícola Tropical de Investigación y Enseñanza Superior
CBC	Centro de Biología de la Conservación
CDB	Convenio sobre Diversidad Biológica
CGIAR	Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional
CIA	Comisión Internacional del Álamo
CITES	Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas
CNSF	Centro Nacional de Semillas Forestales, Burkina Faso
CNUMAD	Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo
COGENT	Red de Recursos Genéticos del Cocotero
COP	Conferencia de las Partes
CSFD	Centro de Semillas Forestales de Danida
CSIRO	Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth (Mancomunidad Británica de Naciones)
DANCED	Cooperación Danesa sobre Medio Ambiente y Desarrollo
Danida	Asistencia Danesa para el Desarrollo Internacional
DAP	Diámetro a la altura del pecho
ERP	Evaluación rural participativa
EUFORGEN	Recursos Genéticos Forestales Europeos
F&L	Bosque y Paisaje Dinamarca
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIB	Foro Intergubernamental sobre Bosques
FNUB	Foro de Naciones Unidas sobre Bosques
FORGENMAP	Programa de Conservación y Manejo de Recursos Genéticos Forestales
FORSPA	Programa de Apoyo a la Investigación Forestal para Asia y el Pacífico
FRIM	Instituto de Investigación Forestal de Malasia
FSIV	Instituto de Ciencia Forestal de Vietnam
IBPGR	Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos
ICCO	Organización Internacional del Cacao
ICRAF	Centro Agroforestal Mundial (antes Centro Internacional de Investigación Agroforestal)
INBAR	Red Internacional para el Bambú y el Ratán
IPGRI	Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos
ITGRFA	Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación

ITSP	Programa de Semillas de Árboles de Indochina
IUFRO	Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal
JFM	Manejo Forestal Conjunta
KVL	Universidad Real de Veterinaria y Agricultura
LEUCNET	Red de la Leucaena
MUS	Sistema Uniforme Malayo
OAM	Organización Africana de la Madera
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMG	Organismo modificado genéticamente
ONG	Organización no gubernamental
PFP	Patrimonio forestal permanente
PIB	Panel Intergubernamental sobre Bosques
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
RAPD	ADN polimórfico ampliado al azar
RECOFT	Centro Regional de Formación en Silvicultura Comunitaria
REFORGEN	Sistema Mundial de Información sobre Recursos Genéticos Forestales
RFD	Departamento Forestal Real, Tailandia
RFLP	Polimorfismo de longitud en fragmentos de restricción
RGF	Recursos genéticos forestales
SADC	Comunidad para el Desarrollo del Sur de África
SAFORGEN	Programa de Recursos Genéticos Forestales de África Subsahariana
SAM	Selección asistida por marcadores
SIG	Sistemas de información geográfica
SNP	Polimorfismos de nucleótidos simples
SOS	Sistema de manejo selectiva
SPC	Secretaría de la Comunidad del Pacífico
SPREP	Programa Ambiental Regional del Pacífico Sur
SPRIG	Iniciativa Regional de Recursos Genéticos Forestales del Pacífico Sur
SSR	Repeticiones de secuencia sencilla (microsatélites)
STRAP	Programas de Fortalecimiento de la Reforestación en Asia
STS	Sitio marcado en la secuencia
TEAKNET	Red de la Teca
UICN	Unión Mundial para la Conservación
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza



# ÍNDICE

## A

<i>Abies</i>	1, 42
<i>Acacia</i>	15, 22, 24, 42, 82
<i>Aegiphila</i>	10
África	
véase también Tanzania	18, 23, 26, 27, 67, 68, 69, 74, 84
aislamiento	3, 34, 37, 62
análisis costo-beneficio	30
análisis de interesados	58, 61
<i>Anisoptera</i>	55
<i>Araucaria</i>	7
Áreas protegidas	1, 6, 9, 10, 11, 20, 30, 33, 51, 71, 72, 75
Argentina	7, 17, 22
Australia	7, 19
<i>Azadirachta</i>	82

## B

<i>Baikiaea</i>	32, 48, 58
bancos de germoplasma	12, 14, 36, 38
bancos semilleros	14, 15, 26, 75
Base de Datos Agroforestales	79
bases de datos	79
biodiversidad	11, 29, 57, 62, 65, 75-77, 81
biotecnología	12, 76, 77, 80, 85
bosques	
acceso a los bosques	51, 54
valor económico de los bosques	67
Brasil	7, 10
Burkina Faso	20, 22, 84

## C

Canadá	31, 43, 81
Centro Mundial de Agroforesteria (ICRAF)	23, 79, 97
Certificación de Materiales Forestales Reproductivos que circulan	80
claros	37
Comisión Forestal Norteamericana	80, 81, 84
Comisión Internacional del Álamo (CIA)	83, 97
Compendio Forestal CAB	79
conservación	
beneficiarios	10
elaboración de directrices	47

estática	13, 14, 15, 26
estrategias	13, 20, 21
fórmula óptima	52, 74
objetivos	58, 60, 73
participación local	51-64
programas nacionales	5, 11, 28, 75
redes internacionales	28
conservación de genes	41
conservación evolutiva	13-15, 17, 19, 26, 34
conservación <i>ex situ</i>	2, 11, 14, 18, 21, 26, 35, 38, 45, 77, 80,
conservación <i>in situ</i>	1, 3, 5, 10, 11, 16-18, 20, 26, 29, 31, 32, 35, 45, 55, 60, 75-77, 80, 82
conservación <i>in vitro</i>	14, 15, 26
Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)	75, 76, 78, 80, 97
Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (CAMCORE)	81, 97
Creación de capacidad	50, 52, 64, 67, 70-72
<i>Croton</i>	10
Cuadro de Expertos en Recursos Genéticos Forestales	78

## D

<i>Dalbergia</i>	24, 55
Danida	22, 24, 83
<i>Dendrome</i>	80
derechos de propiedad intelectual	76, 79, 85
deriva genética	3, 15, 43-46, 106
descentralización	64, 65
Dinamarca	34
<i>Dipterocarpus</i>	55
Directorio de Suministradores de Semillas de Árboles	79
domesticación	21, 24-26, 28, 42, 50, 60
<i>Dryobalanops</i>	42

## E

ecosistemas	7-10, 19, 21, 28, 38, 40, 48, 51, 60, 62, 75, 77, 78
ecotipos locales	14, 28, 76
especies arbóreas	
amenazadas	41
en peligro	22
exóticas	3, 4, 10, 19
rastreo	50
estudios de campo	41
estudios demográficos	41
<i>Eucalyptus</i>	17, 18, 24, 42
<i>Euterpe</i>	10

## F

factores políticos y sociales	16
<i>Fagus</i>	34, 42
fenología	44, 45
floración	18, 44, 48
flujo de genes	19, 32, 34, 35, 41, 42, 107

Foro de Naciones Unidas sobre Bosques	78, 97
fragmentación	3, 42, 107
frecuencias de genes	14, 15
fronteras nacionales	28
fuentes de información	59
<b>G</b>	
<i>Gliricidia</i>	42
<i>Grevillea</i>	42
<b>H</b>	
hábitat	10, 15, 17, 40, 41, 76
<i>Hymenaea</i>	10
<b>I</b>	
India	11, 54, 64-67, 72
Indonesia	63, 65, 69
Iniciativa Regional del Pacífico Sur sobre Recursos Genéticos Forestales (SPRIG)	81, 84, 98
intereses del sector privado	28
intereses económicos	
véase también valor económico de los bosques	16, 67
intracruzamiento	13, 33, 108
<i>Ivingia</i>	55
<b>J</b>	
<i>Jacaratia</i>	10
<b>L</b>	
Laos	24, 67
legislación	60, 67, 69, 71, 73
<b>M</b>	
<i>Maclura</i>	10
Malasia	49, 72, 84
manejo forestal conjunto	54, 98
marcadores genéticos	12, 41, 43-45, 47, 48
marcadores genéticos moleculares	41
marcadores genéticos neutrales	44
marcadores moleculares	11-13, 32, 42, 43, 45
materiales reproductivos	80
<i>Melaleuca</i>	42
Melanesia	66
métodos eco-regionales	82
método participativo	55, 57, 67
México	10, 81-83
microclima	2, 13, 47, 48
microsatélites	12, 42, 109
migración	7, 43-45, 48, 63
muestreo	35, 36, 40, 41, 45
<i>Myroxylon</i>	10

<b>N</b>		
Nepal		65
<b>O</b>		
Organización Internacional del Cacao (ICCO)		83, 97
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)		80, 98
organizaciones no gubernamentales		7, 29, 63, 79, 98
<b>P</b>		
Panamá		47
<i>Peltophorum</i>		55
<i>Picea</i>		42
Pinaceae		15
<i>Pinus</i>		10, 20, 42-44, 48
<i>Piptocarpha</i>		10
<i>Pithecellobium</i>		42
polinizadores		3, 13, 16, 41, 46, 47, 48
<i>Populus</i>		42
procesos genéticos		13, 15, 19, 21, 30, 45, 47, 50
productos forestales no maderables		7, 8, 22, 85
progenie		
ensayos/pruebas		13, 15, 18, 48, 50
Programa de Recursos Genéticos Forestales de Asia-Pacífico (APFORGEN)		81, 97
Programa de Semillas de Árboles de Indochina (ITSP)		24, 98
Programa Europeo de Recursos Genéticos Forestales (EUFORGEN)		81, 82, 85, 97
<i>Prosopis</i>		78, 82
Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología		80
<i>Prunus</i>		23, 42
<i>Pterocarpus</i>		55
pueblo Dayak		65
<b>Q</b>		
<i>Quercus</i>		34, 42
<b>R</b>		
recolección de datos		57, 58, 59, 73
Red de Asia Central y Transcaucásica sobre Recursos Filogenéticos (CATCN PGR)		81, 97
Red Internacional de Neem		82
regeneración		
ensayos/pruebas		1, 3, 12, 16-20, 30, 35-37, 47-50, 54-56, 59, 73
repeticiones de simple secuencia (SSR)		12, 42, 98
resolución de conflictos		70
rodales de conservación		13, 14, 18, 30, 33-36, 37-40, 47, 48, 75
<b>S</b>		
Salicaceae		83
véase también <i>Populus</i>		55
sector público		36
semilla		
dispersores de		3, 13, 16, 41

producción de	3, 17, 18, 23, 25, 46, 47, 48, 55
recalcitrantes	14, 24
<i>Senna</i>	10
<i>Shorea</i>	42, 54
silvicultura comunitaria	51, 56, 71, 98
sistemas de información geográfica	4, 6, 31, 70, 98
Sistema Mundial de Información de la FAO sobre Recursos Genéticos Forestales (REFORGEN)	78, 80, 83, 98
Sureste de Asia	51, 62, 83, 84
<i>Swietenia</i>	42
<i>Symphonia</i>	42

## T

Tailandia	9, 20, 21, 24, 46, 48, 55, 56, 60, 63, 64, 69, 71, 72, 82
bosque de teca Ban Cham Pui	46
Khong Chiam	55, 60, 61
tamaño de la población	13, 15, 47
Tanzania	67-69, 74, 84
tasa de germinación	14, 15
tratamientos culturales	37

## U

uso sostenible	7, 20, 21, 23, 67, 77, 79, 81, 82, 83
----------------	---------------------------------------

## V

variación genética neutral	43
Vietnam	23, 24

## Z

Zambia	32, 48
zonas biogeoclimáticas	31
zonificación genecológica	31, 32, 34, 35





# GLOSARIO de términos técnicos

**ADN POLIMÓRFICO AMPLIADO AL AZAR** Técnica de identificación del genotipo basada en la reacción en cadena de la polimerasa en la que un ARN, o una molécula de ADN de una sola hebra, se amplifica con “cebadores” únicos y cortos elegidos al azar.

**AGROSILVICULTURA** Sistema de manejo de recursos naturales que mediante la integración de los árboles en las fincas agrícolas y en el panorama agrícola, diversifica y sostiene la producción para obtener mayores beneficios sociales, económicos y ambientales para los usuarios del suelo en todos los niveles.

**ALELO** Forma alternativa de un gen. Los alelos están situados en los correspondientes loci de cromosomas homólogos. Tienen diferentes efectos sobre el mismo carácter o procesos de desarrollo y pueden mutar de uno a otro. Pueden afectar al fenotipo, cuantitativa o cualitativamente.

**ALOZIMA** Isoenzimas (proteínas) cuya síntesis está normalmente controlada por alelos codominantes heredados en proporciones mendelianas monogénicas y que se observan como modelos de bandas en electroforesis.

**ÁRBOLES PADRE** Donante de polen o productor de óvulos.

**ARCHIVO CLONAL** Un archivo clonal (o banco clonal) es una colección de individuos genéticos que se retienen para: (i) la producción comercial de propágulos, (ii) la ejecución de una estrategia de reproducción, (iii) conservación genética. Los individuos dentro de un banco clonal se pueden producir a partir de semillas, pero lo más corriente son injertos, mediante los cuales, el tallo o vástago procedente del genotipo seleccionado en un ensayo genético, ha sido injertado en una cepa de raíz juvenil en el vivero, antes de plantarlo en el banco clonal. Es corriente que haya múltiples copias (ramets) de cada clon que se suelen plantar adyacentes entre sí, dentro del banco clonal.

**AUTOFECONDACIÓN** Polinización con polen procedente de la misma flor o planta.

**BANCO GENÉTICO** Instalación en la que se almacena germoplasma en forma de semillas, polen o cultivos *in vitro*, o en el caso de bancos genéticos de campo, como plantas que se desarrollan en el campo.

**BIOSEGURIDAD** Se refiere a la evitación del riesgo para la salud y la seguridad humana y a la conservación del medio ambiente, como un resultado del uso para investigación y comercio de organismos infecciosos o genéticamente modificados.

**BIOTECNOLOGIA** 1. “Cualquier aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos o derivados de ellos, para hacer o modificar productos o procesos para un uso específico” (Convenio sobre Diversidad Biológica). 2. “Interpretado en un sentido

limitado, una serie de diferentes tecnologías moleculares como la manipulación de genes y transferencia de genes, identificación del ADN y la clonación de plantas y animales” (Exposición de FAO sobre biotecnología).

**CAUDAL GENÉTICO** Suma total de material genético de una población de intracruzamiento.

**CLARA** Extracción gradual de árboles en espesura densa o que dan sombra a especies o individuos preferidos.

**CLINAL** Relativo a la variación de uno o más caracteres fenotípicos o frecuencias de alelos a través de un gradiente ambiental.

**CONSERVACIÓN (DE UN RECURSO)** Acciones y políticas que aseguran su disponibilidad y existencia continuadas.

**CONSERVACIÓN (DE RECURSOS GENÉTICOS)** Manejo del uso humano de los recursos genéticos de tal modo que puedan producir el máximo beneficio sostenible para las actuales generaciones, manteniendo al propio tiempo su potencial para atender las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras.

**CONSERVACIÓN GENÉTICA** Todas las acciones dirigidas a asegurar la existencia evolución y disponibilidad continuadas, de recursos genéticos.

**CORTAFUEGOS** Barrera natural o artificial, creada normalmente mediante eliminación de la vegetación, para evitar o retrasar la extensión del fuego.

**CRIOPRESERVACIÓN** Preservación o almacenaje en temperaturas muy frías; normalmente en nitrógeno líquido. Es una forma de conservación para algunas semillas y tejidos.

**DERIVA GENÉTICA** Cambio en la frecuencia de alelos de una generación a otra, dentro de una población, debido al número finito de genes, lo que es inevitable en todas las poblaciones de tamaño finito. Cuanto menor es la población, mayor es la deriva genética, con el resultado de que se pierden los mismos alelos y se reduce la diversidad genética.

**DINÁMICA DE POBLACIÓN** Cambios que tienen lugar durante la vida de una población.

**DISGÉNICO** Perjudicial para las calidades genéticas de futuras generaciones. El término se aplica especialmente a los deterioros inducidos por el hombre, como puede suceder mediante la extracción de los mejores fenotipos.

**DIVERSIDAD BIOLÓGICA** Variedad de formas de vida, funciones ecológicas que desempeñan y diversidad genética que contienen (a veces, en forma abreviada, biodiversidad).

**DIVERSIDAD GENÉTICA** Suma total de las diferencias genéticas entre especies y dentro de ellas.

**ECOSISTEMA** Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su ambiente físico, que interactúan como una unidad funcional.

**ECOTÍPICO** Relacionado con la adaptación de una población o raza de un organismo a un hábitat determinado.

**EROSIÓN GENÉTICA** Pérdida gradual de diversidad genética

**ESPECIE CLAVE** Especie que tiene gran influencia en la estructura y funcionamiento del ecosistema, y que no es sustituible por ningún otro miembro de la comunidad.

**ESPECIES INDÍGENAS** Especies existentes en una región o ambiente determinado y que se han producido allí naturalmente.

**ESPECIE PIONERA** La primera especie o comunidad que coloniza o recoloniza un área desnuda o perturbada, iniciando con ello una nueva sucesión ecológica (empleado como sinónimo de especie colonizadora).

**EX SITU (CONSERVACIÓN)** Conservación de componentes de diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales.

**FENOTIPO** Características observables de un individuo, resultantes de la interacción entre el genotipo y el ambiente en que se desarrolla.

**FILOGENÉTICO** Se refiere a la filogénesis o al historial evolutivo de un grupo taxonómico determinado, normalmente una especie.

**FLUJO DE GENES** Intercambio de genes entre poblaciones, debido a la dispersión de gametos o cigotos.

**FRAGMENTACIÓN** Proceso de transformación de grandes manchas continuas de bosque en una o más manchas menores, con la creación de áreas de discontinuidad geográfica.

**GEN** En el genoma de un organismo, una secuencia de nucleótidos (secuencia ADN) a la que se puede asignar una función específica.

**GENOTIPO** Suma total de la información genética contenida en un organismo, o la constitución genética de un organismo con respecto a uno o algunos loci de genes en consideración.

**GERMOPLASMA** Variabilidad genética total disponible para una población determinada de organismos, representada por el caudal de células germinales (células sexuales, esperma o huevo) o semillas vegetales. Usado también para describir las plantas, semillas u otras partes útiles en los esfuerzos de reproducción, investigación y conservación de vegetales, cuando se mantienen con la finalidad de estudiar, ordenar o usar la información genética que poseen (lo mismo que los recursos genéticos).

**HETEROZIGOSIDAD** Proporción de individuos heterocigóticos en un locus o de loci heterocigóticos en un individuo. He: heterocigocidad esperada; Ho: heterocigocidad observada.

**HETEROZIGÓTICO** Un individuo es heterocigótico para un locus determinado cuando hay dos alelos diferentes en dicho locus.

**HUELLA GENÉTICA** Método de identificación que compara fragmentos de ADN a veces se denomina tipografía ADN.

**INFLORESCENCIA** Racimo de flores producidas en el mismo tallo.

**IN SITU (CONSERVACIÓN)** Conservación de ecosistemas y hábitats naturales y mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus ambientes naturales y, en el caso de especies domesticadas o cultivadas, en los ambientes en que han desarrollado sus propiedades distintivas.

**INTRACRUZAMIENTO (Endogamia)** Apareamiento entre individuos que tienen uno o más antepasados en común, siendo la condición extrema la autofecundación, que se produce naturalmente en muchas plantas.

**ISOENZIMA** Formas múltiples de una sola enzima.

**LOCUS (PL. LOCI)** Un segmento de ADN en un lugar determinado de un cromosoma determinado.

**MARCADOR de ADN** Un segmento distintivo, fácilmente identificable de ADN.

**MARCADOR MOLECULAR** Técnica de selección molecular de indicadores de ADN que permite la identificación de diferencias en las secuencias de nucleótidos del ADN en diferentes individuos.

**METAPOBLACIÓN** Grupo de poblaciones de la misma especie que coexisten en el tiempo pero no en el espacio.

**OFICIAL FORESTAL:** Término internacional para designar a un funcionario forestal superior, generalmente ingeniero o graduado universitario, en ciencias forestales.

**ORGANISMO MODIFICADO GENÉTICAMENTE** Término amplio usado para identificar los organismos que han sido manipulados mediante técnicas de genética molecular para que presenten nuevos caracteres. Conocidos también como organismos obtenidos por ingeniería genética.

**PLAN DE MANEJO FORESTAL O PLAN DE TRABAJO:** Plan para la regulación de todas las actividades forestales durante un período establecido de tiempo, mediante la aplicación de prescripciones que concretan las metas, acciones y medidas de control.

**POBLACIÓN** Grupo de individuos de la misma especie que ocupan un área definida y genéticamente aislada, en cierto grado, de otros grupos similares.

**POLIMORFISMO DE LONGITUD EN FRAGMENTOS AMPLIFICADOS** Un tipo de marcador de ADN, generado mediante amplificación de la reacción en cadena de la polimerasa del ADN, tratado con enzimas que cortan el ADN después de reconocer una secuencia específica. Una pequeña porción de fragmentos de restricción se amplifica en cualquier reacción, de tal modo que los perfiles AFLP se pueden analizar mediante electroforesis y en gel.

**POLIMORFISMO DE LONGITUD EN FRAGMENTOS DE RESTRICCIÓN** Una clase de marcador genético basado en la detección de la variación en la longitud de los fragmentos de restricción generado cuando se trata el ADN con enzimas que lo cortan después de reconocer una secuencia específica. Las diferencias en las longitudes de los fragmentos se producen debido a la variación genética con respecto a la presencia o ausencia de sitios específicos de reconocimiento.

**POLIMORFISMOS DE NUCLEÓTIDO SENCILLO** Un marcador genético resultante de la variación de secuencia en una posición determinada dentro de una secuencia de ADN. Este tipo de marcador es generalmente el resultado de sustituciones y supresiones de una sola base. Tal variación es extensiva a todos los genomas y ofrece la ventaja especial de ser detectable sin necesidad de electroforesis de gel.

**POLINIZADOR** Organismo vivo que transfiere polen, por ejemplo insectos, pájaros o murciélagos.

**PROCEDENCIA** Origen geográfico o genético de un individuo.

**RECURSOS GENÉTICOS** Valor económico, científico o social del material heredable contenido dentro de las especies y entre ellas.

**REPETICIONES DE SECUENCIA SENCILLA (MICROSATÉLITES)** Un segmento de ADN caracterizado por un número variable de copias (normalmente de 5 a 50) de una secuencia de unas 5 bases o menos (llamadas unidades de repetición). En cualquier locus (sitio genómico) suele haber varios "alelos" diferentes en una población, cada alelo identificable de acuerdo con el número de unidades de repetición. Esta existencia de alelos múltiples (alto nivel de polimorfismo) ha permitido que los microsatélites se desarrollen como poderosos marcadores en muchas especies diferentes. Se detectan mediante reacción en cadena de la polimerasa.

**SEMILLA RECALCITRANTE** Semilla sensible a la desecación que almacenada se mantiene hidratada sólo un corto período de vida que suele variar de algunos días a varios meses. El comportamiento recalcitrante de la semilla es predominante en especies arbóreas de zonas tropicales húmedas con grandes semillas (>3-5 g).

**SISTEMA DE REPRODUCCIÓN** Sistema, mediante el cual, se reproduce una especie. Hay varios sistemas naturales en las plantas: (i) el cruzamiento lejano (exogamia, reproducción cruzada) es un sistema de apareamiento en que éste tiene lugar entre individuos menos estrechamente relacionados que el promedio de los pares elegidos al azar de una población. (ii) Intracruzamiento (endogamia, autoreproducción) es el cruzamiento de individuos que están relacionados genéticamente más estrechamente que los individuos que se aparean al azar, especialmente cuando se repiten durante varias generaciones sucesivas. (iii) Reproducción clonal. Reproducción en que la descendencia posee un material genético idéntico al del progenitor. Una especie puede usar uno o más de los sistemas anteriores.

**SITIO MARCADO EN LA SECUENCIA** Secuencia corta y única de ADN que se puede amplificar mediante la reacción en cadena de la polimerasa y de este modo marcar en el sitio del cromosoma del que se amplificó.

**TAMAÑO EFECTIVO DE UNA POBLACIÓN** Número de individuos de una población ideal que tiene el mismo nivel de deriva genética e intracruzamiento que la población de la que procede.

**TASA DE CRUZAMIENTO LEJANO** Proporción de semilla obtenida del cruzamiento entre individuos no emparentados.

**VARIACIÓN GENÉTICA** Variación debida a la contribución de la segregación de genes y de las interacciones de genes.

**VARIACIÓN GENÉTICA INTRAESPECÍFICA** Variación genética dentro de una especie.

**VARIACIÓN SOMACLONAL** Cambios epigenéticos o genéticos inducidos durante la fase de callus de una célula vegetal cultivada *in vitro*. Visible algunas veces como genotipo cambiado en plantas generadas a partir del cultivo.

**ZONAS DE AMORTIGUACIÓN** Región próxima al límite de un área protegida; es una zona de transición entre áreas ordenadas con diferentes objetivos. Área o faja de aislamiento alrededor de áreas de producción de semillas, para reducir al mínimo la contaminación debida al polen de árboles no deseables.



*Forest & Landscape*



Esta guía es el primer volumen de una serie de tres que trata de la conservación de los recursos genéticos forestales (árboles y arbustos). Este volumen da una visión general de conceptos y métodos sistemáticos para la conservación y ordenación de los recursos genéticos forestales. Da una idea general de la necesidad de conservar estos recursos y se centra en algunas de las estrategias que pueden emplearse para hacerlo. Además, el volumen está orientado a la planificación de la conservación nacional de los recursos genéticos forestales, la identificación de las necesidades de investigación sobre recursos forestales, la participación de la población en la conservación de la diversidad genética forestal y en los métodos regionales e internacionales para la conservación de los recursos genéticos forestales.

