

# Conservación y ordenación de recursos genéticos forestales:

En bosques naturales ordenados y áreas protegidas (*in situ*)

2

Recursos genéticos forestales



Danida Forest  
Seed Centre



# Conservación y ordenación de recursos genéticos forestales:

En bosques naturales ordenados  
y áreas protegidas (*in situ*)

2



Forest genetic resources

Este volumen es una de la serie de tres guías para la conservación y ordenación de los recursos genéticos forestales. Éstas incluyen:

Volumen 1. Conservación y ordenación de 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 ordenación de recursos genéticos forestales: En plantaciones y bancos genéticos (*ex situ*)

Este documento ha sido elaborado como un esfuerzo conjunto de la FAO, el Centro de Semillas de Árboles Forestales de Danida (CSFD) e IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos) y se basa en las contribuciones de un gran número de instituciones asociadas, nacionales, regionales e internacionales, de todo el mundo.

El Centro de Semillas Forestales de Danida (CSFD) es un instituto danés sin ánimo de lucro que ha venido trabajando en el desarrollo y transferencia de conocimientos sobre ordenación de recursos genéticos de árboles desde 1969. El objetivo de desarrollo del CSFD es contribuir a mejorar los beneficios de la producción de árboles para el bienestar de la población de los países en desarrollo. El programa del CSFD está financiado por la Asistencia Danesa para el Desarrollo Internacional.

La Organización de las Naciones Unidas (NU) para la Agricultura y la Alimentación (FAO) es el organismo especializado de 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, utilización sostenible y ordenación de los recursos genéticos forestales.

El Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) es miembro del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). IPGRI cumple su mandato favoreciendo, ayudando y realizando actividades para mejorar la ordenación de los recursos genéticos a escala mundial con el fin de ayudar a erradicar la pobreza, aumentar la seguridad alimentaria y proteger el medio ambiente. IPGRI se centra en la conservación y utilización de recursos genéticos importantes para los países en desarrollo y tiene un compromiso explícito con cultivos específicos.

Muchos miembros del personal directivo de la FAO, del CSFD y del IPGRI han participado en la preparación de esta guía. Hay que agradecer de modo especial al Dr. Alvin Yanchuk de Canadá, quien emprendió la difícil tarea de analizar y armonizar muchas y diferentes contribuciones para la publicación. La orientación general, las contribuciones y el apoyo permanente de los miembros del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales, merecen también un agradecimiento especial.

Aunque ha participado personal de las tres instituciones patrocinadoras en cada uno de los capítulos de los tres volúmenes, asumiendo la plena responsabilidad institucional de su contenido, se expresan en cada capítulo los autores principales. Estos autores son responsables del contenido final, sirviendo como centros de referencia para aquellos lectores que busquen información adicional o clarificación sobre los puntos analizados.

Mención:

FAO, CSFD, IPGRI, 2001. Conservación y ordenación de recursos genéticos forestales: en bosques naturales ordenados y áreas protegidas (*in situ*).

Foto de la cubierta: Terrenos dominados por las imponentes características de los árboles de baobab (*Adansonia digitata*) en el Parque Nacional de Arusha, Arusha, Tanzania (Pierre Sigaud)

Idioma original: inglés. Traducción: F. Barrientos

ISBN 92-9043-472-4

Publisher:

© Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos 2002

# Índice

|   |          |
|---|----------|
| <b>Prólogo</b>  | <b>v</b> |
| <b>Capítulo 1. LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS EN SU AMBIENTE NATURAL</b>   |          |
| <i>por Lex Thomson, Lars Graudal y Erik Kjær</i>  |          |
| 1.1 Introducción  | 1        |
| 1.2 Conservación genética <i>in situ</i> en bosques naturales ordenados y en áreas protegidas   | 2        |
| 1.3 Uso de la guía  | 3        |
| <b>Capítulo 2. SELECCIÓN Y ORDENACIÓN DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN GENÉTICA <i>IN SITU</i> PARA ESPECIES ELEGIDAS</b>   |          |
| <i>por Lars Graudal, Lex Thomson, y Erik Kjær</i>   |          |
| 2.1 Pasos a seguir en la planificación de la conservación <i>in situ</i> de los recursos genéticos de una especie   | 5        |
| 2.2 ¿Cuántas áreas de conservación se necesitan?  | 6        |
| 2.3 ¿Qué dimensión debe tener cada área de conservación?  | 7        |
| 2.4 ¿Cómo seleccionar poblaciones individuales: qué rodales específicos dentro de cada zona genecológica?   | 11       |
| 2.5 Formulación de un plan de ordenación para cada rodal de conservación  | 12       |
| <b>Capítulo 3. ORDENACIÓN DE BOSQUES NATURALES PARA LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES</b>  |          |
| <i>por Lex Thomson</i>  |          |
| 3.1 ¿Qué es la ordenación forestal sostenible y cómo está relacionada con la conservación de los recursos genéticos forestales?   | 15       |
| 3.2 Los sistemas silvícolas y la conservación de recursos genéticos de árboles en diferentes tipos de bosques   | 16       |
| 3.3 ¿Cómo puede la ordenación forestal tener en cuenta mejor las consideraciones sobre los recursos genéticos?  | 20       |
| 3.3.1 Necesidades de información y programación   | 20       |
| 3.3.2 ¿Cómo se pueden hacer más compatibles el aprovechamiento maderero y la conservación de los recursos genéticos forestales?   | 23       |
| 3.3.3 ¿Cómo pueden las operaciones silvícolas incrementar el valor de la madera comercial de un bosque y contribuir a la conservación de sus recursos genéticos forestales? | 34       |
| 3.3.4 ¿Cómo se puede seguir y evaluar fácilmente el impacto de la ordenación sobre los recursos genéticos de un bosque?   | 37       |
| 3.4 Ordenación de productos forestales no maderables (PFNMs)  | 39       |
| 3.5 Restauración y restablecimiento del bosque  | 43       |
| <b>Capítulo 4. LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y SU PAPEL EN LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES</b>  |          |
| <i>por Lex Thomson e Ida Theilade</i>   |          |
| 4.1 Introducción  | 49       |
| 4.2 Papel actual de las áreas protegidas en la conservación de recursos genéticos forestales  | 52       |
| 4.3 Un proceso para fomentar la conservación de recursos genéticos forestales en áreas protegidas   | 61       |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.4 Planificación para armonizar la conservación de áreas protegidas y las necesidades humanas                           | 63        |
| 4.5 Resumen: fortalecimiento del papel de las áreas protegidas para la conservación de los recursos genéticos forestales | 67        |
| <b>Experiencias y perspectivas futuras</b>   | <b>71</b> |
| <b>Referencias</b>   | <b>73</b> |
| <b>Siglas</b>  | <b>83</b> |
| <b>Índice</b>  | <b>85</b> |
| <b>Glosario de términos técnicos</b>   | <b>93</b> |



# 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, de árboles y arbustos, sirve para una serie de finalidades, de esencial importancia, permitiéndoles 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 la mejora genética para una amplia variedad de estaciones y usos. Y, en distintos niveles, sostiene valores estéticos, éticos y espirituales de los seres humanos.

La ordenación 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, para mantener el estado sanitario y la vitalidad de los ecosistemas forestales y, con ello, para mantener sus funciones protectoras, ambientales y culturales. Esta guía destaca las importantes funciones que desempeñan los bosques naturales ordenados de producción y las áreas protegidas en los programas destinados a la conservación de los recursos genéticos forestales y de la variación intraespecífica de especies socioeconómicamente importantes.

Una importante amenaza para los ecosistemas forestales es la conversión de los bosques para otros usos del suelo. La creciente presión de las poblaciones humanas que aspiran a unos mejores niveles de vida, sin la debida consideración sobre la sostenibilidad del uso de un recurso que sirve de base para tal desarrollo, es motivo de preocupación a este respecto. Aunque es inevitable que se produzcan en el futuro cambios en el uso del suelo, tales cambios se deben programar 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 programación del uso del suelo y en las estrategias de conservación de los recursos.

El principal problema actual para lograr las metas de conservación es, en realidad, la falta de estructuras institucionales y políticas adecuadas en las que puedan considerarse las opciones de uso del suelo y de ordenación práctica, aceptables para todos los interesados, aplicándolas eficazmente, vigilándolas y corrigiéndolas con regularidad, para atender las nuevas necesidades y las que puedan surgir en adelante. Por ello, las decisiones relativas a 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 los recursos genéticos forestales dentro de un mosaico de opciones de usos 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 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 se ha documentado insuficientemente y las “lecciones aprendidas” a partir de tal experiencia han recibido escasa atención y sólo se han aplicado raras veces 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 conservación, se pongan a disposición de todos mediante unas directrices y procedimientos generalizados que sirvan de inspiración a los dedicados a tales actividades de conservación.

Esta guía es el segundo volumen de una serie de tres que trata de la conservación de los recursos genéticos forestales (árbol y arbusto). Está orientada a la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales. Su principal finalidad es demostrar los beneficios que se pueden lograr mediante la conservación genética y proporcionar una orientación práctica sobre estrategias y metodologías de conservación *in situ* para planificadores, directivos y profesionales dedicados a la conservación forestal y a la ordenación forestal. Los ejemplos y estudios de casos que se incluyen aclaran algunas de las diferencias y características complementarias entre la conservación de los recursos genéticos y los ecosistemas y la compatibilidad de la conservación y la utilización sostenible de los recursos.

Esperamos, por tanto, que esta guía contribuya a cumplir este propósito.



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



**Klaus Winkel**  
Presidente  
del Consejo Directivo  
Centro de Semillas Forestales  
de Danida



**Geoffrey Hawtin**  
Director General  
IPGRI

# LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS EN SU AMBIENTE NATURAL

por Lex Thomson, Lars Graudal y Erik Kjær



## 1.1 Introducción

La conservación de los recursos genéticos en su ambiente natural, ya sea en bosques de producción o en áreas protegidas, se denomina conservación *in situ*. La conservación *in situ* implica que una población determinada se mantiene dentro de la comunidad de la que forma parte, en el ambiente en que se ha desarrollado (Frankel 1976). El término se aplica frecuentemente a las poblaciones silvestres que se regeneran naturalmente en áreas protegidas, pudiendo integrarse en bosques ordenados de producción y uso múltiple. La conservación *in situ* se orienta por tanto a la conservación de recursos genéticos en su ecosistema original, independientemente de que tales ecosistemas hayan estado sujetos a la intervención humana (véase el Vol. 1, Cap. 2).

La conservación *in situ*, en general, tiene la ventaja de conservar la función de un ecosistema y no sólo sus especies. Esto significa que los programas *in situ* para la conservación de ciertas especies elegidas se traducen con frecuencia en la valiosa conservación de una serie de especies animales y vegetales asociadas. La mayoría de las especies arbóreas no pueden conservarse en plantaciones *ex situ* o en bancos genéticos debido a las limitaciones biológicas, técnicas y de recursos (véase Vol. 1, Cap. 2 y Vol. 3, Cap. 6). Por ello, la conservación de la mayoría de los recursos fitogenéticos del mundo dependerá de la conservación *in situ*, lo que pone de manifiesto su importancia. Como la conservación de los recursos genéticos puede incluirse en los bosques naturales ordenados de producción y en las áreas protegidas, la conservación *in situ* será normalmente una opción de coste reducido.

La plantación de especies arbóreas indígenas basada en fuentes de semilla locales se considera a veces como conservación *in situ*, porque supone el desarrollo de los árboles en su ambiente original. Sin embargo, la regeneración artificial y el establecimiento de plantaciones pueden exponer a los árboles a condiciones muy diferentes de aquéllas en que se desarrollan en el bosque natural. Este volumen trata por lo tanto casi exclusivamente de los bosques naturales, mientras que el Volumen 3 trata de la ordenación y conservación de los recursos genéticos forestales en plantaciones arbóreas.

Lo ideal, a fin de realizarlos de forma eficiente, es que los programas de conservación *in situ* se basen en un conocimiento importante de las especies. Sin embargo, en la práctica suele disponerse de información muy limitada. Los recursos disponibles para investigación son limitados, especialmente en los países en desarrollo, y el número potencial de especies a investigar es muy grande. Además, las amenazas a los recursos genéticos forestales son de naturaleza importante, inmediata y continuada. Por ello, en muchos casos no es prudente retrasar las acciones de conservación por no disponer de toda la información correspondiente.<sup>1</sup>

Afortunadamente, el conocimiento de diversos aspectos teóricos de la conservación *in situ* puede contribuir a la formulación de algunas recomendaciones generales. Además, la experiencia práctica obtenida de la conservación *in situ* a lo largo de los años en diferentes

<sup>1</sup> Véase también el Vol. 1 Cap. 4 donde se analiza el papel de una investigación oportuna.



partes del mundo puede servir como valiosa experiencia para cualquiera que trate de la conservación de recursos genéticos de árboles. No obstante, esta valiosa información no está frecuentemente a disposición de las personas que tratan de la conservación y ordenación forestal, ya sean los funcionarios del gobierno de los Departamentos de Montes y Medio Ambiente o de ONGs y comunidades locales.

Esta guía está orientada a los aspectos prácticos de la conservación *in situ* basados en las lecciones aprendidas de una serie de programas de conservación de todo el mundo. Dada la enorme diversidad de especies, ecosistemas, países y formas de uso, es indudable que cada plan de conservación debe ser único. La intención de esta guía no es describir un programa “clave” y sencillo de conservación. Los esfuerzos de conservación deben basarse en los desafíos y opciones específicos de un área, país o región determinado. Sin embargo, la guía expone ejemplos seleccionados procedentes de diferentes programas de conservación genética y los combina con los conocimientos teóricos para dar unas directrices generales que puedan ayudar al desarrollo y aplicación de actividades efectivas de conservación.

## 1.2 Conservación genética *in situ* en bosques naturales ordenados y en áreas protegidas

La conservación *in situ* en bosques naturales suele comprender los funcionamientos del ecosistema y las interacciones de las especies y no sólo especies arbóreas individuales. Además, los bosques tienen una serie de árboles y arbustos naturales que pueden ser de interés secundario para los gestores forestales pero que pueden ser muy valiosos en cuanto a recursos genéticos y utilización futura. Sin embargo, su conservación puede exigir medidas de ordenación específicas que podrían conseguirse mediante el establecimiento de áreas de conservación genética. Desde el punto de vista teórico, una red de áreas de conservación de recursos genéticos debería ser un sistema eficaz para conservar los recursos genéticos de las especies elegidas, si siguen los modelos de distribución de la variación genética (Eriksson *et al.* 1995).



*Bosque natural en Sabah con muchas especies comerciales y no comerciales. Tan complejos ecosistemas se conservan mejor in situ.*  
K. Holsting/BAM

La experiencia práctica sugiere que una buena ordenación de los recursos genéticos debe incluir esfuerzos de conservación basados en dos estrategias que se superponen: la ordenación de bosques naturales con el debido respeto a sus recursos genéticos y el establecimiento de redes de áreas más pequeñas de conservación genética. Esto no significa que tengamos que incluir la conservación de los recursos genéticos de todas las especies en todos los bosques naturales de producción o todas las áreas forestales protegidas. El desafío consiste en encontrar el equilibrio y la sinergia entre estos dos enfoques. Esto a su vez dependerá de factores biológicos (composición, distribución y ecología de las especies) y también de los usos forestales actuales y futuros. Esta guía proporciona por ello información y alternativas sobre cómo proteger y ordenar los recursos genéticos forestales en el bosque natural ordenado y en las áreas protegidas. Pueden establecerse en ambos tipos de áreas, zonas específicas ordenadas de recursos genéticos. El proceso de selección de tales áreas se analiza en el Capítulo 2. Además, la ordenación general de los bosques naturales de

producción y de las áreas protegidas debe tener en cuenta la conservación de los recursos genéticos.

1. Los sistemas de ordenación sostenible en bosques naturales que favorecen la conservación genética *in situ* (Cap. 3). La mayoría de los recursos genéticos forestales se pueden conservar en los bosques naturales ordenados, en áreas destinadas específicamente para conservación genética. En consecuencia, es fundamental que los propietarios y gestores de bosques estén bien informados sobre cómo pueden conservar, ordenar y beneficiarse de los recursos genéticos forestales en las áreas de bosque natural bajo su control. El Capítulo 3 contiene unas directrices sobre cómo se pueden mantener los recursos genéticos en relación con el aprovechamiento forestal, el aprovechamiento de productos forestales no maderables y la restauración del bosque.
2. Las áreas protegidas (Cap. 4) como componente fundamental de los programas para conservar los recursos genéticos forestales. Afortunadamente, muchos países han establecido redes de áreas protegidas. Sin embargo, las áreas protegidas no sirven automáticamente para la conservación de los recursos genéticos forestales. En primer lugar, puede haber una falta de representación apropiada de poblaciones importantes. En segundo término, pueden faltar poblaciones viables y, sin unas intervenciones adecuadas de ordenación, los cambios normales en la sucesión de los bosques pueden afectar a una especie determinada elegida para conservación genética. Las áreas protegidas forman con frecuencia una “espinas dorsal” a partir de la cual se pueden desarrollar redes más específicas de rodales destinados para conservación *in situ* de especies prioritarias, incluyendo algunas no comerciales. El Capítulo 4 contiene unas recomendaciones sobre cómo evaluar y mejorar el valor de las áreas protegidas para la conservación de los recursos genéticos forestales.

### 1.3 Uso de la guía

Esta guía sobre conservación *in situ*, utilizada junto con los Volúmenes 1 y 3, dará al responsable de conservación y al gestor forestal una información valiosa y la visión general necesaria para desarrollar y adaptar un programa de conservación para la especie elegida o para una serie de especies, en base a las condiciones locales y a objetivos específicos.

Este volumen incluye también y se basa de modo importante en ejemplos seleccionados y estudios de casos sobre diferentes especies arbóreas de distintas partes del mundo; no obstante, en los Volúmenes 1 y 3 se pueden encontrar más ejemplos que sirven de apoyo para las discusiones técnicas sobre diversos aspectos de la conservación *in situ*. Estos estudios de casos demuestran que la conservación *in situ* a largo plazo de los recursos genéticos forestales está lejos de ser un proceso sencillo, sino más bien un proceso cuyo éxito depende de:

- unas condiciones sociales, económicas y políticas apropiadas
- una información biológica apropiada
- la aceptación del compromiso y la dotación apropiada de recursos
- la participación activa de las comunidades locales y de éstas en los beneficios a obtener.

Además, los ejemplos demuestran la necesidad de medidas complementarias de conservación *ex situ*. Confiamos en que estos ejemplos demuestren que es posible programar y llevar a cabo actividades que contribuyan de modo importante a la conservación de recursos genéticos de los árboles forestales a pesar de la limitación de recursos y conocimientos.





# SELECCIÓN Y ORDENACIÓN DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN GENÉTICA *IN SITU* PARA ESPECIES ELEGIDAS

por Lex Thomson, Lars Graudal y Erik Kjær

## 2.1 Pasos a seguir en la planificación de la conservación *in situ* de los recursos genéticos de una especie

En su forma más planificada, la conservación de los recursos genéticos forestales supone la ordenación científica de las especies identificadas como elegidas o prioritarias en una red cuidadosamente planificada de áreas destinadas para conservación genética<sup>2</sup>. Aunque el objetivo principal, y centro de la ordenación, de las áreas de conservación genética será conservar los recursos genéticos de las especies elegidas, se pueden utilizar para otros fines compatibles.

Los programas para conservar los recursos genéticos de una especie arbórea determinada los lleva a cabo y coordina mejor un organismo nacional responsable, que trabaje en colaboración con diversos organismos estatales o provinciales, propietarios de tierras y todos las partes interesadas o afectadas (véase el Vol. 1, Cap. 3). No obstante, la conservación de los recursos genéticos de una especie que se dé naturalmente en más de un país suele exigir una colaboración adicional efectiva a nivel regional e internacional (véase el Vol. 1, Cap. 6).

A continuación se exponen los principales pasos en la planificación de un programa para conservar los recursos genéticos de una especie arbórea determinada (descritos en el Vol. 1, Cap. 3):

1. Establecer las prioridades generales, esto es, identificar los recursos genéticos a nivel de especie basándose en su valor socioeconómico actual o potencial y en su estado de conservación.
2. Determinar o deducir la estructura genética de la especie prioritaria a nivel de país.
3. Evaluar el estado de conservación de la especie elegida y sus poblaciones.
4. Identificar las necesidades o prioridades específicas de conservación, normalmente a nivel de población para una especie y a nivel de ecosistema para grupos de especies, esto es, identificar la distribución geográfica y el número de poblaciones a conservar.
5. Identificar las poblaciones específicas a incluir en la red de rodales de conservación *in situ*.
6. Elegir las estrategias de conservación o definir las medidas de conservación.
7. Organizar y programar las actividades específicas de conservación.
8. Dar unas directrices de ordenación.

La identificación de las poblaciones a conservar se realiza en los pasos 4 y 5. Estas poblaciones constituirán entonces la red de rodales necesaria para incluir suficiente variación genética de la especie en cuestión. Algunas poblaciones estarán situadas normalmente en bosques naturales ordenados mientras otras estarán en áreas protegidas. La mayoría de tales poblaciones se considerarán por lo general para conservación *in situ* aunque algunas pueden

<sup>2</sup> Las áreas de conservación genética se han denominado de formas diversas como bosques o reservas de conservación de genes, reservas de conservación genética, zonas de ordenación genética, unidades de ordenación de recursos genéticos y rodales de conservación de los procesos evolutivos.

considerarse para conservación *ex situ*. Por ello, es imperativo proporcionar a los gestores de bosques y áreas protegidas directrices adecuadas para ordenar debidamente los recursos genéticos (Paso 8).

Normalmente, sólo se establecerán tales redes para especies de alta prioridad nacional. No obstante, la incorporación de los temas relativos a la conservación de los recursos genéticos es muy conveniente en cualquier bosque natural ordenado, lo que debe tener en cuenta todo gestor de bosques naturales.

La selección y ordenación de áreas de conservación genética *in situ* plantea las siguientes cuestiones:

- ¿Cuántas áreas de conservación se necesitan?
- ¿Qué dimensión debe tener cada área de conservación?
- ¿Cómo se seleccionan las distintas poblaciones y rodales a incluir?
- ¿Cómo se elabora un plan de ordenación para un área de conservación genética?

Los forestales y gestores de áreas protegidas encontrarán a continuación una breve introducción sobre algunos criterios importantes para seleccionar las áreas de conservación sobre la base del número, dimensión, composición y estado de protección.

## 2.2 ¿Cuántas áreas de conservación se necesitan?

La selección de rodales y poblaciones para su inclusión en una red de áreas de conservación genética para una especie determinada debe basarse en la distribución conocida o esperada de variación genética. Lamentablemente, es raro disponer de estudios genéticos e incluso, cuando existen datos, hay dificultades para utilizar fácilmente tal información para identificar los rodales de conservación<sup>3</sup>. Sin embargo, las poblaciones de superioridad conocida deben recibir lógicamente una atención especial, incluso aunque no se conozca adecuadamente su estructura genética. Lo mismo es aplicable a todas las variantes geográficas o ecotipos (incluyendo subespecies) que puedan haber identificado taxonómicamente.

A falta de datos sobre la distribución de la variación genética, se pueden incluir por lo menos diferentes estaciones del área de distribución biogeográfica de la especie, espaciando los rodales de conservación, de modo más o menos uniforme, por todo el ámbito natural de la especie, junto con cualquier población extrema, discontinua o rara (Ledig 1986). Un método algo más depurado, se disponga o no de información genética sobre la estructura de la población, es aplicar un método genecológico (Graudal *et al.* 1995, 1997), que lleva a la identificación de diferentes zonas genecológicas. La hipótesis empleada es que la variación genética sigue ciertos modelos de variación ecológica. Incluso aunque esto no sea cierto, tal método puede proporcionar una muestra efectiva aleatoria de las poblaciones a través del ámbito de distribución de la especie. Por lo tanto, se deben muestrear las poblaciones a fin de incluir todas las zonas genecológicas.

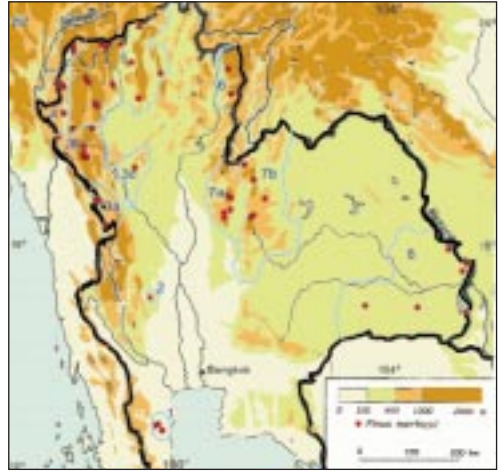
Los criterios de zonificación genecológica se basan en:

- cualquier información disponible procedente de estudios genéticos de la especie en cuestión o de otras especies similares
- la distribución local de los ecosistemas forestales
- la información procedente de estaciones climáticas y de superficies climáticas
- mapas fisiográficos
- estudios geológicos o edafológicos.

Este conjunto de información constituye una contribución muy importante, debiéndose recopilar y analizar a fondo como parte del proceso de zonificación (véase Vol. 1, Cap. 3). Ejemplos bastante bien elaborados sobre la aplicación práctica de la zonificación genecológica se encuentran en Graudal *et al.* (1995, 1997, 1999) y Theilade *et al.* (2000, 2001).

<sup>3</sup>Véase con detalle la discusión en el Vol. 1, Cap. 4.

En la práctica, es recomendable conservar más de una población por cada zona genecológica. Las especies de gran extensión y de fuerte hibridación lejana presentan con frecuencia un modelo semicontinuo de variación genética que puede ser relativamente fácil de muestrear por zonas genecológicas. Para tales especies, probablemente es suficiente el establecimiento de 1 a 3 áreas de conservación genética en cada zona importante. Para especies con sistemas de cruzamiento mixto y mayor porcentaje de especies endogámicas y de hibridación lejana, con modelos de distribución esparcida y discontinua, incluso para especies con altos niveles de endemismo, probablemente se necesitarán muchas más áreas de conservación y quizá más pequeñas. En la práctica, el número de poblaciones seleccionadas para conservación depende también de los niveles de riesgo o amenaza a nivel de población, los recursos disponibles para ordenarlos y mantenerlos y la importancia esperada de la variante, p.ej. el valor económico y la identificación genética.



Zonificación genecológica para el *Pinus merkusii* en Tailandia. Los sitios donde está presente el *P. merkusii* se indican en rojo y los números se refieren a las 8 zonas genecológicas (según Theilade et al. 2000).

En muchos casos, serán suficientes pocas poblaciones de conservación genética para cada especie, aunque indudablemente con más áreas se obtendrá un mayor grado de seguridad a largo plazo.

En Tailandia se consideró conveniente para la teca (*Tectona grandis*) (Graudal et al. 1999), un total de 15 rodales de conservación distribuidos en 6 zonas genecológicas, mientras que para el *Pinus merkusii* se han propuesto de 0 a 15 rodales en 8 zonas (Theilade et al. 2000). En Zambia se ha recomendado de 7 a 10 rodales en 7 zonas para la teca de Zambeze (*Baikiaea plurijuga*) (Theilade et al. 2001). Se ha propuesto un conjunto de 2 a 30 rodales en 11 zonas para cada una de las 22 especies leñosas de Sudán (Graudal et al. 1997). En Dinamarca está programada una serie de 2 a 15 rodales en 4 zonas para cada una de las 75 especies leñosas (Graudal et al. 1995).

Cuando se identifican especies arbóreas fuertemente amenazadas para la conservación de sus recursos genéticos, la conservación *ex situ* puede constituir el único sistema o el mejor, al menos a corto y medio plazo<sup>4</sup>.

## 2.3 ¿Qué dimensión debe tener cada área de conservación?

Teniendo en cuenta que la diversidad genética se puede estar erosionando continuamente en pequeñas poblaciones, los rodales de conservación tienen que tener una dimensión mínima para conservar estos genotipos. Aunque los genes de baja frecuencia se perderán con bastante rapidez en pequeñas poblaciones, se puede conservar una gran proporción de variación genética con un número relativamente escaso de individuos al menos durante algunas generaciones. Algunos programas de conservación dan prioridad a la elección de genes de baja frecuencia lo que lleva a la necesidad de un tamaño mucho mayor de población (véase Yanchuk 2000). En la práctica, la dimensión de los rodales de conservación es por tanto muy variable, aunque es mejor evitar, si se puede, las poblaciones pequeñas.

<sup>4</sup>Véase el Vol. 3 para información sobre enfoques y métodos.

## Recuadro 2.1 Conservación *in situ* de la picea de Noruega (*Picea abies*) en Finlandia (incluyendo directrices para los bosques de reserva genética)

La picea de Noruega (*Picea abies*) es una importante especie maderera de los bosques boreales del norte de Europa. Koski (1996) ha propuesto un sistema de bosques de reserva genética para la conservación *in situ* de esta importante especie, tanto ecológica como económicamente. El objetivo del programa es conservar una selección representativa genéticamente de poblaciones que puedan continuar evolucionando en sus hábitats naturales. Los elementos esenciales del sistema de reservas genéticas son:

- una red de reservas que abarca la variación espacial en cuanto a diversidad genética
- el número de genotipos (árboles individuales) de cada población debe ser suficiente para conseguir que estén representados la mayoría de los alelos comunes (frecuencia >0,01)
- regeneración por injertos que deben proceder predominantemente de cruzamientos dentro de la población respectiva y con niveles que mantienen la población.

La conservación *in situ* de recursos genéticos forestales en Finlandia puede tener lugar en dos grandes categorías de uso del suelo y ordenación: áreas protegidas y bosques ordenados.

Las áreas protegidas, incluidos parques nacionales, parques y reservas naturales, tienen varias limitaciones importantes para la conservación de los recursos genéticos forestales. En primer lugar, su recubrimiento geográfico será normalmente inadecuado, incluyendo su ubicación en ambientes extremados que no son especialmente representativos de la variedad de ecosistemas forestales. En segundo lugar, no está garantizada la existencia continuada de cualquier especie o población en un área protegida en particular porque la intervención de la ordenación es mínima, p.ej. con vistas a una nueva amenaza. Finalmente, puede estar restringido el acceso a los recursos genéticos en las áreas protegidas.

Los bosques ordenados de reservas genéticas *in situ* no tienen las mismas limitaciones que las áreas estrictamente protegidas. Los principales requisitos son los siguientes:

- Garantizar la tenencia de la tierra en el área destinada para ser ordenada a perpetuidad como bosque.
- Todos los rodales forestales de reserva genética serán de origen local pero pueden incluir otras especies forestales arbóreas (es decir, no son necesarios los rodales puros). Puede ser necesario extraer de áreas contiguas pequeños rodales de fuentes no locales o introducidas de picea de Noruega para evitar la contaminación o polución del caudal genético local.
- El área elegida será normalmente mayor a 100 ha., con un diámetro mínimo de 400 m. Se pueden considerar áreas menores, especialmente las que tengan potencial de ampliación en áreas en que el bosque de picea sea muy limitado y como parte de casos especiales de rescate de genes. Los rodales menores de 2 ha. se considerarán normalmente como no elegibles y el área elegida con posibilidades de ampliación por medio de cultivo debe ser como mínimo de 10 ha.

Se debe proporcionar, a la autoridad nacional encargada de registrarlo, la información sobre localización, características, propiedad, etc. del bosque de reserva genética. Antes de registrar el área el propietario/gestor del bosque de reserva genética debe haber aceptado formalmente seguir una serie de directrices para su cuidado y ordenación o bien un plan de ordenación (que mantendrá también la autoridad nacional responsable del registro). El área tiene que estar claramente definida y dibujada en un mapa.

(Basado en Koski 1996).

## Recuadro 2.2 Conservación *in situ* de la jatoba (*Hymenaea courbaril*)

La *Hymenaea courbaril* L. es un árbol de gran talla de la familia Leguminosae-Caesalpinoideae -que alcanza alturas de 25-40 m. y un dap de 120 cm. La jatoba tiene una amplia distribución geográfica desde el sur de México, a través de América Central y el Caribe (Grandes y Pequeñas Antillas) y en Sudamérica. La *H. courbaril* produce una madera pesada, dura y moderadamente duradera para muchos usos estructurales, producción de pulpa y leña y carbón vegetal. Además, la resina de jataicica o copal puede extraerse de troncos, ramas y raíces. Esta resina es útil para la fabricación de barniz y tiene propiedades medicinales. Los indios Xingu mastican la resina para aliviar el dolor de estómago y la queman para producir humo que combate la bronquitis y la tuberculosis (Carvalho 1994). Otras partes de la planta, como la pulpa del fruto y las raíces tienen también usos medicinales (diurético, contra la tos y como vermífugo).

### **Biología reproductiva, dispersión de la semilla y regeneración**

Las flores de *H. courbaril* parecen ser polinizadas principalmente por murciélagos y aves cantoras. Existen pruebas de auto-incompatibilidad, en cuyo caso se necesita la polinización cruzada para producir semilla viable (Crestana *et al.* 1985). La mayoría de los árboles florecen anualmente pero sólo se da una fructificación abundante con intervalos irregulares, que varían de 2 a 4 años (Lewinsohn 1980). Las vainas de la semilla maduran unos nueve meses después de la floración y caen en un período de unos tres meses. Hay tres a cuatro semillas grandes dentro de una pulpa polvorienta en el interior de las grandes vainas de la semilla, que son muy duras. Hay muchos informes sobre predación de la semilla. La dispersión de ésta se efectúa por gravedad y por los animales, especialmente grandes mamíferos. La parte exterior de la cáscara, muy dura, de la vaina no se abre por sí sola y la mayoría de las semillas enraízan en las vainas sin abrir (Francis 1990). La *H. courbaril* crece lentamente bajo una sombra ligera pudiendo persistir varios años bajo una sombra bastante densa. Sin embargo, se necesita luz superior total o casi total para su desarrollo continuado (Francis 1990).

### **Variación genética**

Ha habido investigaciones muy limitadas sobre la variación genética dentro de la *H. courbaril*. La variación de la especie está asociada con las diferencias de distribución geográfica y hábitat. Actualmente hay cinco variedades reconocidas: la var. *courbaril* ocupa la mayor parte de su ámbito, con otras cuatro variedades (vars. *altissima*, *longifolia*, *stillbocarpa* y *villosa*) limitadas a la parte central y centro-meridional de Brasil.

### **Conservación genética**

La *H. courbaril* tiene una frecuencia relativamente reducida en poblaciones naturales, pudiendo clasificarse en muchos lugares como especie rara. Debido al elevado valor de su madera, la especie ha sido cortada extensamente. En la región amazónica, la extracción de madera es actualmente mínima y el árbol se está aproximando a su extinción comercial. Teniendo en cuenta el alto valor de sus productos (incluidos frutos y resinas) es muy conveniente desarrollar un programa de conservación *in situ* que se debe realizar antes de que se pierdan más poblaciones.

Sin embargo, los modelos demográficos y la ecología de la *H. courbaril* hacen difícil desarrollar un programa eficaz de conservación genética *in situ*. A causa de su baja densidad, se necesitan grandes áreas para mantener los tamaños mínimos efectivos de población. Los dispersores de la semilla de *H. courbaril* son, en primer lugar, los grandes mamíferos (como el tapir y la paca) y estos animales sólo pueden sobrevivir en grandes áreas de bosque, siendo

*continua*



también los más buscados por los cazadores. En bosques sin estos dispersores, la mayoría de los brinzales se desarrollan cerca del árbol padre.

Las recomendaciones para la conservación *in situ* de los recursos genéticos de *H. courbaril* incluyen:

- el establecimiento de áreas específicas de conservación genética, dentro de grandes áreas de bosques ordenados
- la posible reintroducción de grandes mamíferos (tapir y paca), responsables de la dispersión de la semilla, en bosques donde han desaparecido
- la reintroducción de plantas de *H. courbaril* de amplia base genética en bosques agotados y en fragmentos de bosque
- reglamentación para controlar el aprovechamiento de *H. courbaril* en bosques naturales
- investigaciones que orienten sobre la mejor forma de ordenar sosteniblemente y utilizar la especie.

(Basado en la información proporcionada por H.M. Maltez (Universidad de Campinas, Campinas-SP, Brasil) y L.M. Ingles de Souza (Universidad de São Paulo, Piracicaba/SP, Brasil).

La superficie necesaria para un rodal de conservación dependerá por tanto de la densidad de árboles reproductores de la especie elegida. Teniendo en cuenta que los objetivos de conservación están orientados a conservar la variación genética adaptable de carácter cuantitativo, las poblaciones de conservación deben preferentemente incluir por lo menos 150 e idealmente más de 500 individuos de inter cruzamiento (véase el Vol. 3, Cap. 3, donde se analiza el tamaño necesario). Naturalmente, otras diversas consideraciones no genéticas –amenazas que incluyen la probabilidad de acontecimientos catastróficos, los requisitos de ordenación, el mantenimiento de especies clave asociadas (especialmente los mamíferos o aves polinizadores y dispersores de la semilla) pueden necesitar poblaciones mucho mayores.

Las especies con una densidad de 2 a 5 individuos/100 ha. requerirán superficies mayores que las especies con densidad de más de 100 individuos/ha. Las necesidades de superficie para captar la variación genética de una población pueden ser por tanto del orden de 5 a 10.000 ha. o incluso más. En un rodal de conservación de recursos genéticos de *Tectona grandis* en Mai Yom, Tailandia, la presencia de teca se estimaba aproximadamente en 37 árboles reproductores/ha. en zonas de gran densidad pero muy inferior en otras partes (Mahidol University y RFD 1995). Por lo tanto, hay que programar áreas esenciales de conservación de 4 a 40 ha. para obtener de 150 a 1.500 árboles adultos de teca. En la práctica, puede protegerse un área mayor con el fin de conseguir una unidad de reproducción apropiada (véase Graudal *et al.* 1997).

En Burkina Faso hay planes en marcha para la conservación de los recursos genéticos de *A. senegal* habiéndose



Rodal natural de *Acacia senegal* en Tamasgo cerca de Kaya en Burkina Faso. L. Graudal/DFSC 1999.



Aprovechamiento de la goma arábica en Sudán. La goma arábica se ha utilizado y comercializado durante siglos en el Sahel. (H. Keiding/DFSC, 1969).

identificado 393 rodales de esta especie. La densidad de 133 de estos rodales investigados con mayor detalle varía entre 25 y 200 árboles por hectárea. Se necesitarán, por tanto, rodales de tamaño variable, desde 5 ha. a unas 40 ha., para conservar poblaciones específicas.

Para la *A. senegal* de Sudán, la densidad normal de árboles adultos en plantaciones se estima aproximadamente en 200 árboles/ha. Sin embargo, en poblaciones naturales los individuos pueden estar mucho más dispersos habiéndose encontrado menos de dos árboles adultos/ha. en un estudio realizado en la parte meridional de la provincia del Nilo Azul (cita de CIDA en TSP/DSFC 1996). Aquí, se necesitarían más de 70 ha. sólo para incluir 150 individuos adultos (Graudal *et al.* 1997).

Para muchas especies arbóreas de Dinamarca, se han considerado suficientes rodales de conservación de dimensión tan reducida como 3 a 5 ha. (Graudal *et al.* 1995) (véase Vol. 1, Cap. 3). En Finlandia, Koski (1996) ha recomendado áreas de conservación de 10 a 100 ha. para la *Picea abies* (véase el Recuadro 2.1).

Otro ejemplo, es el de muchas especies arbóreas de grandes semillas cuya dispersión depende de ciertos vertebrados, siendo probable que las áreas necesarias para mantener tales especies sean grandes, a menos que estén enlazadas mediante corredores de vegetación (véase el Recuadro 2.2).

La ordenación de los recursos genéticos de especies de distribución muy extensa tendrá que incorporarse en la práctica a una planificación y ordenación más general del uso del territorio, porque es poco probable que se destinen grandes reservas con el fin exclusivo de conservar los recursos genéticos de una o pocas especies. Para un análisis más detallado se recomienda, acudir como referencia al Volumen 1, Capítulo 2.

## 2.4 ¿Cómo seleccionar poblaciones individuales: qué rodales específicos dentro de cada zona genecológica?

Por su propia naturaleza, los programas de conservación *in situ* los emprenden y ejecutan los terratenientes responsables o la administración encargada de la ordenación. Éstos pueden ser departamentos u organismos oficiales (nacionales, estatales, provinciales, locales o municipales) o propietarios privados. Los terratenientes privados pueden incluir corporaciones privadas, individuos y grupos de propietarios comunales. Los bosques y árboles de propiedad privada se considerarán normalmente menos seguros y convenientes para fines de conservación, aunque no siempre es el caso. Por ejemplo, en situaciones en que existe una propiedad comunal tradicional o consuetudinaria, junto con una dependencia de los productos y servicios que proporciona el bosque, existen fuertes incentivos para que tales bosques estén sujetos a ordenación sostenible. Además, en muchos países en desarrollo, como los del Pacífico Sur y también en grandes áreas de la Amazonia brasileña, donde la gran mayoría de los terrenos de bosque están bajo un régimen de propiedad tradicional, la conservación *in situ* sólo se puede llevar a cabo en estrecha consulta y con el pleno apoyo de los terratenientes privados y las comunidades locales e indígenas. En algunos países desarrollados, los propietarios privados están adoptando fuertes medidas para conservar a perpetuidad los bosques y poblaciones de árboles en sus tierras, mediante el uso de convenios legales para evitar cambios futuros de las tierras.



Hojas de teca de la variedad 'teli' variedad *Tectona grandis* (teca). Variedad de teca que sólo se encuentra en el S.O. de la India, que se distingue por sus hojas pilosas y que merece ser seleccionada para conservación genética H. Keiding/DSFC, 1971

Es notable el caso del Estado de Acre, Brasil, donde grandes áreas de bosque

amazónico fueron clasificadas como áreas de Reservas Extractivas otorgándose la tenencia de la tierra a los explotadores del caucho (seringeiros), realizándose actualmente esfuerzos de conservación genética de unas pocas especies seleccionadas como *Hevea brasiliensis* y *Bertholletia excelsa*.

Como ideal, las áreas de conservación genética están mejor situadas en terrenos de tenencia segura a largo plazo, principalmente en terrenos públicos, convenientemente designados, y bajo el control de organismos con el mandato y compromiso, personal capacitado y recursos para ordenarlos y protegerlos adecuadamente. Los principales factores que favorecen la inclusión de un rodal o área determinada en un sistema de reservas de conservación genética *in situ* incluyen:

- la abundancia de la especie elegida y la presencia de especies clave asociadas
- el bajo nivel de riesgo y amenazas (incluyendo la seguridad de tenencia de la tierra)
- un organismo de ordenación comprometido dotado adecuadamente de recursos
- el apoyo de la población local, propietarios y usuarios del área
- una forma compacta y la presencia de una zona forestal de amortiguación
- las posibles oportunidades de conservar otras especies prioritarias.

Si la especie ya está representada en áreas protegidas, éstas deben identificarse en primer término y evaluarse en cuanto a su nivel probable de protección tanto a corto como a largo plazo (véase el Cap. 4). En la mayoría de las situaciones, será necesaria la conservación *in situ* de poblaciones de la especie fuera de las áreas protegidas para lograr una representación adecuada. Por ello, es importante identificar y seleccionar poblaciones para llenar los vacíos críticos. Además, la selección de rodales fuera de las áreas protegidas puede ser particularmente eficaz para la conservación de los recursos genéticos de una especie determinada en las que son convenientes intervenciones activas de ordenación pero con menor probabilidad de que sean permitidas o realizadas dentro de las áreas protegidas.

De los 15 rodales de conservación considerados para la teca (*Tectona grandis*) en Tailandia, 6 están situados en áreas protegidas (Graudal *et al.* 1999). Análogamente, para el *Pinus merkusii*, en Tailandia, 5 de los 10 a 15 rodales de conservación propuestos están situados en áreas protegidas (Theilade *et al.* 2000). Para la teca de Zambeze (*Baikiaea plurijuga*) en Zambia, 7 de los 7 a 10 rodales de conservación están en áreas protegidas (Theilade *et al.* 2001) (véanse también los Recuadros 4.2 y 4.5 en el Cap. 4).

## **2.5 Formulación de un plan de ordenación para cada rodal de conservación**

Un rodal designado para la conservación *in situ* de recursos genéticos de una especie prioritaria debe formar parte como ideal de una red de rodales de conservación. Cada rodal requerirá su propio plan independiente de ordenación, que formará parte del plan general para ordenar y conservar los recursos genéticos de la especie. Además, cada rodal será parte normalmente de un área forestal mayor, que puede ser un bosque natural ordenado de producción, o un área protegida más amplia como un parque nacional. El plan de ordenación del rodal de conservación genética constituirá por lo tanto un elemento del plan general de ordenación del bosque o del área protegida en que está situado el rodal.

Tales planes de ordenación a nivel de rodal se elaboran mejor mediante procesos de consultas con la participación de todos los interesados, especialmente propietarios, gestores y usuarios del área afectada, incluyendo los vecinos y preferentemente un genetista forestal que contribuya a la planificación general y a la ejecución del programa particular de conservación genética de la especie.

Cada plan de ordenación tiene que ser integral con todas las actividades claramente documentadas, incluyendo la programación en el tiempo y las responsabilidades. Es preferible

que los planes de ordenación estén redactados con un lenguaje sencillo y corriente y un mínimo de términos técnicos. En algunas regiones puede ser necesario traducir tales planes o sus partes fundamentales a los dialectos o idiomas locales. Estos planes deben incluir:

- Información básica sobre el área de conservación, incluyendo mapas, extensión y límites, régimen de tenencia, propietarios, historial, inventario forestal (composición por especies, clases de tamaño, etc.) y características ambientales (clima y suelos).
- Documentos clave de referencia del área y de la especie elegida, incluyendo todos los inventarios biológicos, especialmente censos, estudios ecológicos o genéticos de la especie elegida que se está conservando.
- Descripción de las funciones, responsabilidades y derechos de todos los involucrados en la ordenación y uso del área de la reserva y sus recursos, incluyendo actividades y usos permitidos y prohibidos.
- Programa, calendario y presupuesto para el seguimiento y ordenación de las poblaciones arbóreas que se están conservando.
- Evaluación de los riesgos y peligros potenciales para la especie y un plan de emergencia para afrontarlas, incluyendo posibles medidas complementarias de conservación *ex situ*.

Los problemas y opciones generales de ordenación para los bosques naturales de producción y áreas protegidas, se analizan con más detalle en los dos capítulos siguientes.



# ORDENACIÓN DE BOSQUES NATURALES PARA LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

por Lex Thomson



En este capítulo, se analizan los sistemas de ordenación forestal sostenible en relación con la conservación de recursos genéticos forestales y cómo podrían lograrse objetivos múltiples mediante mejores programas de ordenación.

## 3.1 ¿Qué es la ordenación forestal sostenible y cómo está relacionada con la conservación de los recursos genéticos forestales?

La ordenación forestal sostenible es la ordenación de finalidad múltiple de un bosque para conseguir que no disminuya con el tiempo su capacidad total para proporcionar bienes y servicios (FAO 1993). Ello supone la aplicación de sistemas de ordenación forestal que permitan la utilización sostenible de la madera y otros recursos contenidos en los bosques para el desarrollo de las naciones y para el beneficio directo de las comunidades humanas que viven en los bosques o sus proximidades. Los métodos adoptados deben ser apropiados para las condiciones físicas y el contexto socioeconómico e institucional en que se van a aplicar, pudiendo ser muy diferentes tanto entre distintos países como dentro de ellos (FAO 1998).

La ordenación sostenible de los bosques y la conservación de los recursos genéticos forestales son interdependientes. Muchas especies elegidas no están adecuadamente representadas en las áreas protegidas (véase el Cap. 4), ni están incluidas en los programas de plantación y domesticación (Vol. 3, Cap. 4). Por consiguiente, para la conservación de los recursos genéticos forestales de estas especies, es fundamental la armonización de los objetivos y prácticas de conservación y ordenación de los bosques naturales orientados a la producción o al uso múltiple.

Aunque muchas especies arbóreas tienen distribuciones naturales extensas con unos niveles relativamente elevados de flujo de genes entre poblaciones, puede necesitarse aún grandes áreas para mantener poblaciones viables de muchas especies tropicales. Estos factores destacan aún más el papel central de los ecosistemas forestales ordenados y económicamente productivos en la conservación de los recursos genéticos forestales. La conservación en gran escala y permanente de los recursos genéticos forestales sólo se logrará probablemente si se incluyen los problemas de conservación genética en los sistemas de ordenación de los bosques de producción, incluyendo la reserva de áreas como rodales de conservación genética.

La planificación detallada y una buena ordenación, incluida una atención especial a los principios silviculturales básicos, pueden conseguir la compatibilidad entre las funciones productivas sostenibles, las de protección y las de carácter social de los bosques (véase p.ej. FAO 1989; Kemp 1992).

Podrán desarrollarse entonces intervenciones de ordenación que garantizarán mejor que las consideraciones de conservación genética estén integradas adecuadamente en los sistemas de ordenación forestal.

Un objetivo fundamental de la ordenación forestal sostenible será el mantenimiento de poblaciones viables mejoradas genéticamente de las principales especies madereras comerciales y también de las especies que proporcionan productos forestales no maderables

(PFNM) para las comunidades locales. La ordenación forestal sostenible debe tener en cuenta también la consideración de los animales polinizadores, asociados y de los dispersores de la semilla de las especies arbóreas comerciales y no comerciales (sobre todo de las especies clave)<sup>5</sup>.

Las acciones recomendadas que aquí se incluyen para la conservación de los recursos genéticos forestales en bosques ordenados de producción complementan las directrices anteriores formuladas para la conservación de la diversidad biológica en bosques ordenados para madera (véase Blockhus *et al.* 1992).

## 3.2 Los sistemas silvícolas y la conservación de recursos genéticos de árboles en diferentes tipos de bosques

**Bosques de producción templados y boreales:** en el aprovechamiento final se cortan la mayoría de los árboles adultos. Esto es posible debido a la proporción generalmente elevada de especies arbóreas comerciales en estos tipos de bosque, especialmente los sujetos a ordenación de turno largo. Los bosques de coníferas se cortan generalmente en una sola intervención mientras que en los bosques mezclados o de frondosas hay una tendencia creciente a realizar cortas selectivas o sucesivas. Las especies arbóreas que han evolucionado para regenerarse en masa después de la destrucción del bosque, p.ej. los eucaliptos de tipo ash que siguen a los incendios forestales, tienen características biológicas compatibles con la corta total. La mayoría de los criterios de conservación genética se cumplen fácilmente si se permite la predominancia de la regeneración local, con la consideración adecuada de los tamaños de la población y del flujo de genes a plantaciones adyacentes mejoradas genéticamente.

**Bosques tropicales:** las intervenciones prácticas de ordenación en los bosques tropicales son bastante limitadas en la actualidad porque existen diversos obstáculos biológicos, técnicos, sociales, económicos, institucionales y legales para la aplicación de los sistemas de ordenación de rendimiento sostenible. Estos obstáculos incluyen:

- Biológicos
  - desarrollo rápido y exuberante de trepadoras, estoloníferas, malezas leñosas y gramíneas en los espacios abiertos producidos por la corta y dificultades para inducir la regeneración natural
  - conocimientos limitados sobre las exigencias silvícolas de muchas especies diferentes
  - dependencia de los animales para la polinización y dispersión.
- Sociales
  - propietarios de tierras de escasa formación que carecen de información sobre las diversas opciones de aprovechamiento maderero y sus impactos económicos y ambientales a largo plazo.
- Técnicas y económicas
  - gran número de especies arbóreas, muchas de las cuales no son comerciales
  - suelos generalmente frágiles, y vulnerables si se exponen totalmente
  - dificultades de acceso e inconvenientes en cuanto al tiempo de aprovechamiento (debido al clima húmedo).
- Institucionales
  - direcciones Forestales insuficientemente dotadas de recursos y formación.

---

<sup>5</sup>Se considera que una especie es clave cuando su impacto en el ecosistema es grande y desproporcionadamente grande en relación con su abundancia. Se incluyen como ciertas especies vegetales que proporcionan los recursos alimentarios necesarios para sostener diferentes especies animales en períodos de escasez, p.ej. los higos (*Ficus* spp.), trepadoras de las Anonaceas y varias especies de Myristicaceae y Meliaceae en el SE de Asia (Peters 1996) y árboles que proporcionan elementos estructurales y hábitats singulares, p.ej. la madera de hierro del desierto (*Olneya tesota*) en el desierto de Sonora, México/EUA (Nabhan y Suzan 1994) y el kauri (*Agathis* spp.) en la Región del Pacífico Sur.

## Cuadro 3.1 Finalidad, elementos y beneficios de Prácticas de Aprovechamiento Maderero, prescripciones silvícolas y Directrices de Aprovechamiento de Impacto Reducido

|                        | <b>Código de Prácticas de Aprovechamiento Maderero</b>  | <b>Prescripciones silvícolas</b>  | <b>Directrices para el Aprovechamiento Maderero de Impacto Reducido</b>   |
|------------------------|---|---|---|
| <b>Finalidad</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer unas normas mínimas de trabajo</li> <li>• Sirve como fuente de referencia</li> <li>• Documento legal</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las intensidades recomendadas de aprovechamiento (variando los límites del diámetro de corta) de modo que se reflejen mejor las características de la masa existente y se asegure el mantenimiento de un bosque viable tras el aprovechamiento maderero</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar un mecanismo práctico para la aplicación del Código de Prácticas de Aprovechamiento Maderero</li> <li>• Reducir los impactos negativos y los niveles de los daños de aprovechamiento maderero</li> </ul>  |
| <b>Elementos clave</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidades de los diversos interesados</li> <li>• Requisitos de programación (a nivel estratégico y operativo)</li> <li>• Requisitos del sistema de caminos</li> <li>• Requisitos de los aprovechamientos</li> <li>• Métodos de restauración tras la aprovechamiento maderero</li> <li>• Medición de trozas y requisitos de presentación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir grandes Tipos Silvícolas de Aprovechamiento Forestal basándose en tipos de bosque que tienen características ecológicas similares, con el fin de hacer más prácticas las prescripciones operativas</li> <li>• Límites variables de diámetro silvícola para poder aprovechar todas las especies con su dimensión óptima. Los límites de diámetro pueden manejarse para conseguir que queden después del aprovechamiento existencias residuales suficientes de cada especie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de construcción y requisitos de los caminos, arrastraderos y patios de acopio</li> <li>• Selección de árboles y requisitos de marcación</li> <li>• Métodos de corta direccionales</li> <li>• Daños posteriores a la aprovechamiento maderero</li> <li>• Restauración tras la aprovechamiento maderero</li> </ul> |
| <b>Beneficios</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Define una serie mínima de normas comunes de aprovechamiento</li> <li>• Fuente de referencia sobre lo que se debe hacer en relación con el aprovechamiento forestal</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prescripciones más flexibles, con límites de corta variables que permiten una buena regeneración del bosque</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona un método práctico para aplicar un plan de cortas y aprovechamiento de madera</li> <li>• Directrices flexibles que pueden evolucionar y modificarse, a medida que progresa la industria, hacia su adopción efectiva</li> </ul>   |

(Adaptado de Applegate y Andrewartha 1999)

- Legales
  - predominio de concesiones a corto plazo que no permiten incentivar a los concesionarios de explotación maderera para que sigan el mejor sistema
  - a veces se han otorgado concesiones superpuestas o mal definidas, lo que favorece también formas de aprovechamiento maderero más rápidas y extractivas
  - falta de definición de la tenencia de la tierra o mala definición de ésta.

La conservación de los recursos genéticos forestales en bosques ordenados de producción en los países tropicales se puede conseguir mejor mediante la combinación de las siguientes medidas:

- fortalecimiento de la capacidad de las Direcciones Forestales y de las comunidades (véase Vol. 1, Cap. 5)
- la creación de un marco político/legal que incluya un Código de Prácticas de Aprovechamiento Maderero, Prescripciones Silvícolas Varias y Directrices de Aprovechamiento Maderero de Impacto Reducido (EMIR) (véase el Cuadro 3.1) que estén respaldadas por la legislación y su obligado cumplimiento
- medidas específicas apropiadas de conservación (véase el Recuadro 3.1).
- inversiones más apropiadas y direcciones de las agendas de investigación de instituciones internacionales, regionales y nacionales.



### Recuadro 3.1 Conservación *in situ* de *Endospermum medulosum* (madera blanca) en Vanuatu a través de la ordenación forestal sostenible



Madera blanca (*Endospermum medulosum*) en el Área de Conservación de Lorum, Santo, Vanuatu. Semilla recogida y plantada en un área de conservación *ex situ*. Posteriormente este árbol fue cortado ilegalmente. (Lex Thomson/CSIRO)



Regeneración natural de la madera blanca (*Endospermum medulosum*) a continuación de un aprovechamiento de impacto reducido en Forari, Efate, Vanuatu.

El *Endospermum medulosum* (madera blanca) es un árbol de crecimiento rápido de la familia Euphorbiaceae, con un ámbito natural que va desde Irian Jaya (Indonesia), en el oeste, a través de Papua Nueva Guinea y las Islas Salomón hasta Vanuatu en el Pacífico Suroeste (Thomson y Uwamariya 1998). En Vanuatu, la madera blanca es el árbol maderero natural más importante que representa entre el 40 y el 60% de la madera aprovechada. La especie es intolerante a la sombra y sólo puede desarrollarse cuando se crean y mantienen claros de cierta dimensión (Whitmore 1966; Siwatibau *et al.* 1998). La madera blanca se ve favorecida por perturbaciones periódicas como las originadas por ciclones tropicales y por la agricultura migratoria y puede regenerarse bien siguiendo unos sistemas apropiados de aprovechamiento maderero. Sin embargo, la especie está amenazada a nivel de población en la mayoría de su ámbito natural en Vanuatu. Las principales amenazas para los recursos genéticos de la madera blanca proceden de sistemas de aprovechamiento maderero no sostenibles, mal programados y ejecutados, y de la conversión de los terrenos de bosque para diversas formas de agricultura.

#### Fortalecimiento de la capacidad de investigación y desarrollo

El Proyecto de Bosque Sostenible de Vanuatu (VSFUP) fue un proyecto de 6 años (1995/2000) que sirvió para la formación de personal forestal directivo y operarios de la industria forestal en diversos campos relacionados con la utilización forestal sostenible. El proyecto ayudó también al desarrollo de una Política Forestal Nacional (aprobada oficialmente en 1998), un Código de Prácticas de Aprovechamiento Maderero (efectivo desde el año 2000), prescripciones silvícolas para diferentes tipos de bosque y directrices afines sobre Aprovechamiento Maderero de Impacto Reducido (RIL). En 1997, la Dirección/VSFUP estableció el Área Demostrativa de Forari (Efate) para demostrar la RIL. Un objetivo clave es mantener los claros producidos por la corta por debajo de unos 400 m., con corta direccional en tales claros (esto es, situando, de ser posible, de 2 a 3 árboles en el mismo claro). Esto tiene como finalidad conseguir que no se produzca la invasión de la agresiva trepadora natural *Merremia peltata*.

La *Merremia* produce rápidamente una regeneración continua que destaca y da sombra a los árboles residuales. Siguiendo el aprovechamiento maderero Forari, se ha producido una regeneración abundante de madera blanca. En los pequeños claros, los brinzales de madera blanca suelen sufrir la competencia del repoblado preexistente de especies más tolerantes a la sombra. El desbroce selectivo para eliminar o cortar los chirpiales de *Macaranga* y otras especies pioneras, que compiten directamente con la regeneración de brinzales

*continua*

de madera blanca, sería muy conveniente así como conseguir una incorporación mucho mayor de árboles de madera blanca a las clases de tamaños superiores.

### Plan de conservación y ordenación

Como primer paso en la conservación programada de los recursos genéticos de madera blanca, la Unidad de Conservación Forestal de la Dirección de Bosques de Vanuatu ha desarrollado una estrategia de conservación y ordenación para la especie (Corrigan *et al.* 1999b). Un elemento esencial en este proceso ha sido la consulta con los principales interesados, incluyendo las comunidades aldeanas, la industria y ONGs. La estrategia de conservación detalla toda la información pertinente conocida sobre la especie, incluida la biología, distribución, utilización y amenazas y 10 medidas recomendadas de conservación y ordenación *in situ* y *ex situ*, que incluyen investigación y desarrollo y extensión.

Las recomendaciones clave relacionadas con la conservación *in situ* de la madera blanca fueron:

1. Todas las operaciones futuras de aprovechamiento maderero seguirán el Código de Prácticas de Aprovechamiento Maderero (COLP) con el uso de las directrices de Aprovechamiento de Impacto Reducido (RIL) y las prescripciones silvícolas para el aprovechamiento de la madera blanca y sus especies asociadas. El COLP especifica el mantenimiento de zonas de amortiguación a lo largo de los cursos de agua y drenajes, la limitación del aprovechamiento maderero a las laderas con pendiente menores a 30° y el uso de un sistema apropiado de caminos y maquinaria. Los límites del diámetro de corta se están revisando actualmente.
2. La Dirección de Bosques trabaja en materia de ordenación, con los propietarios habituales, otros Departamentos del Gobierno, ONGs (cuando procede) y socios del proyecto de las áreas de conservación existentes, para el fortalecimiento de los esfuerzos de conservación de la madera blanca a través del desarrollo de estrategias y planes adecuados de ordenación. La Dirección de Bosques ha trabajado con las comunidades y propietarios habituales para establecer tres nuevas áreas de conservación *in situ* de la madera blanca en el noroeste de Malekula, este de Santo y norte de Efate.

### Sostenibilidad del aprovechamiento maderero

Hay una gran preocupación sobre la seguridad futura de este recurso ya que la mayor parte del este de Santo ha sido explotada y sólo queda una pequeña área sin cortar en las partes centrales y más elevadas de Santo. Considerando los actuales ritmos de utilización, se prevé que los bosques del este de Santo estarán prácticamente agotados en 10 a 14 años. Los dueños de aserraderos argumentan que la mayor parte de las tierras bajas del Este de Santo se van a transformar en agricultura y que el futuro de la conservación y desarrollo de la madera blanca en tales áreas dependerá del establecimiento de plantaciones comerciales.

La producción sostenible de madera de *Endospermum* en bosques naturales es posible siempre que se mantenga un número adecuado de árboles semilleros (tanto masculinos como femeninos) durante las operaciones de aprovechamiento maderero, p.ej. de 2 a 4 árboles/ha., y que este produzca claros de tamaño suficiente que favorezcan a esta especie exigente en luz. Sin embargo, después del aprovechamiento no hay impedimentos legales para que el propietario del terreno proceda a su desmonte para agricultura, extrayendo los árboles que se hayan dejado como amortiguadores.



*Resultado de un aprovechamiento maderero convencional del bosque de madera blanca en la costa oriental de Santo, Vanuatu. Toda la regeneración se ve invadida por la trepadora nativa de hoja grande. (Merremia peltata) (Lex Thomson/CSIRO)*

*continua*

### **Conservación *in situ* en áreas protegidas**

Todos los terrenos de Vanuatu están bajo el régimen de propiedad comunitaria por lo que cualquier área protegida tiene que establecerse en íntima consulta con los propietarios y ordenarse en su beneficio. Hay actualmente sólo dos áreas designadas como protegidas que contienen madera blanca. Éstas son el Área de Conservación de Vathe, establecida en 1995 en Big Bay, Santo (3.000 ha.). Esta AC está ordenada por las comunidades locales y la Dirección de Medio Ambiente con el apoyo de SPREP. No se ha realizado ningún inventario forestal de esta área y no existe una estimación del número de árboles de madera blanca que contiene. Éstos se encuentran principalmente cerca del límite del nordeste y es vulnerable a las explotaciones ilegales. El Área Protegida de Lorum se estableció en Khole, Santo, en 1995. Está gestionada por un comité de ordenación habiéndose establecido unas limitaciones estrictas sobre el acceso y utilización del área. Las Iniciativas sobre Áreas Protegidas de Vanuatu (VPAI), ONG de origen británico, ha proporcionado asistencia técnica y financiera a este área. Una parte de una pequeña población de madera blanca situada en el área fue explotada ilegalmente en 1999. Afortunadamente, se había recogido previamente semilla de algunos de los árboles aprovechados, por la Dirección/SPRIG en 1998, semilla que fue utilizada en plantaciones de ensayo de campo y de conservación genética en la estación de investigación próxima de Shark Bay Field.

(Basado en el trabajo de la Dirección de Bosques de Vanuatu y Corrigan *et al.* 1999)

En los diferentes tipos de bosque tropical el objetivo de la ordenación, la conservación de los recursos genéticos forestales continúa siendo esencialmente el mismo: conseguir un nivel adecuado de regeneración e incorporaciones de fuentes de semilla local en variantes genéticas o ecológicas apropiadas.

## **3.3 ¿Cómo puede la ordenación forestal tener en cuenta mejor las consideraciones sobre los recursos genéticos?**

Esta sección está centrada en aquellos sistemas de ordenación forestal que son más importantes en el contexto de la conservación de los recursos genéticos forestales. La FAO (1998) proporciona una orientación más general y detallada sobre cómo programar y llevar a cabo la ordenación sostenible de los bosques tropicales húmedos, especialmente respecto a la producción de madera.

### **3.3.1 Necesidades de información y programación**

Un plan detallado de ordenación exige una gran cantidad de información como el inventario de las existencias en pie y su situación, composición por edades o tamaños y también una evaluación de los suelos, pendientes y otros factores que afectan a la forma de realizar las operaciones silvícolas y de aprovechamiento maderero.

Una información detallada sobre la composición y crecimiento del bosque es fundamental tanto para la producción sostenible como para la conservación genética. Se necesita información tanto de inventarios de base amplia que incluyan estudios de carácter botánico, un inventario previo a los aprovechamientos, estudios de regeneración e información sobre productos forestales no maderables. Hay mucha bibliografía sobre metodologías de los estudios botánicos para distintos fines (véase Mueller-Dombois y Ellenberg 1974; Campbell 1989; Peters 1994; Kent y Coker 1996), y por ello, la discusión que sigue se centra en los inventarios forestales y de regeneración previos a los aprovechamientos, planes de ordenación y selección de un sistema silvícola apropiado.

El inventario previo al aprovechamiento debe incluir un estudio y evaluación sobre la

suficiencia del nivel existente en cuanto a brinzales, chirpiales y repoblado preexistente de especies maderables comerciales o preferidas como base para futuros aprovechamientos después del aprovechamiento maderero. Este inventario incluirá normalmente un muestreo detallado de pequeñas parcelas distribuidas ya sea de modo uniforme o sistemático en todo el tramo. El porcentaje de área muestreada variará dependiendo de factores tales como el nivel disponible de recursos, la heterogeneidad de la estación, la categoría de regeneración (ya sean latizales o regeneración preexistente) pero será normalmente del 1 a 5%. Por ejemplo, el muestreo puede consistir en una parcela de muestreo de 20 x 20 m/ha. en la que se determina y mide la vegetación existente (p.ej. 30/60 cm. dap), con una parcela interna central de 10 x 10 m. en la que se determinan y cuentan todos los latizales y pequeños fustales (p.ej. 10/30 cm. dap). Unos inventarios completos de brinzales y árboles menores llevan más tiempo y son difíciles de realizar en bosques tropicales. Un método sencillo puede ser una evaluación cualitativa o subjetiva (grandes clases que pueden corresponder a cierta densidad de brinzales) de la regeneración de brinzales de las especies más importantes comercialmente y fácilmente reconocibles, dentro de la parcela interior central. Otra alternativa puede ser llevar a cabo una evaluación siguiendo transectos paralelos igualmente espaciados, p.ej. evaluación de la regeneración preexistente en 2 m. a ambos lados de transectos lineales espaciados a 100 m. (esto es, 4% de muestreo).

Además de poder realizar una evaluación de la posibilidad de corta y del rendimiento sostenible de madera, se debe programar y diseñar un inventario forestal y de regeneración que proporcionen unos datos de partida para el seguimiento permanente del desarrollo del bosque y las consecuencias para la conservación de los recursos genéticos forestales. Esto incluirá el establecimiento de una muestra permanente o de parcelas de inventario forestal continuo. Por ello, debe incluir una evaluación precisa de las existencias en pie, su distribución por especies, clases de tamaño y localización. Esta información se puede utilizar para explorar las consecuencias y el impacto de los diferentes tratamientos de aprovechamiento y silvícolas.

Un paso importante es elaborar un plan de ordenación para lograr los objetivos y metas deseados. Los objetivos de conservación genética deben ser un elemento importante de los planes de ordenación de los bosques de producción y uso múltiple a fin de garantizar su productividad futura (Recuadro 3.2). Éstos se convierten en una consideración fundamental cuando un bosque en particular haya sido designado como parte de una red de rodales de conservación genética para especies de alta prioridad elegidas para conservación (véase Cap. 2). En muchas situaciones, la población local tendrá derechos tradicionales de acceso y uso de los recursos forestales, y será fundamental hacerles participar activamente en todas las etapas de la programación, aplicación y seguimiento de los planes de ordenación (véase también Vol. 1, Cap. 5, y Tuxill y Nabhan 1998).

El plan de ordenación deberá establecer también las condiciones que deben seguir los concesionarios del aprovechamiento maderero. El número, especie y tamaño de los árboles y los métodos de corta y extracción deben especificarse también para limitar los daños al bosque remanente.

La producción sostenible de madera con conservación dependerá de la elección de un sistema silvícola adecuado. En particular, será necesario que la forma e intensidad del aprovechamiento de los árboles, (p.ej. árboles individuales, selección por manchas o grupos, o cortas a matarrasa, cumplan las exigencias de regeneración de las principales especies comerciales. El Cuadro 3.2 contiene algunos ejemplos de varias especies de árboles de bosques tropicales húmedos, agrupadas por varios factores que deben tenerse en cuenta.

La elección de un sistema silvícola apropiado y prácticas que garanticen la regeneración y el rebrote de las principales especies madereras requiere un buen conocimiento de la autoecología de cada especie. Cuando falta tal información o las especies comerciales de masas mezcladas difieren en cuanto a exigencias, un método que favorecerá la diversidad es ordenar los diferentes tramos de bosque de forma distinta. Además, el uso de diversos sistemas de ordenación puede aumentar la variación entre las unidades de ordenación.

## Recuadro 3.2 Lista de consideraciones sobre conservación genética forestal y pasos para la planificación de la ordenación forestal

1. Identificar los recursos genéticos existentes en el bosque, incluyendo:
  - las especies madereras comerciales, principales y secundarias
  - las especies importantes para la producción de PFNM
  - las especies en peligro o amenazadas
  - las especies clave vegetales y animales, i.e. especies críticas para el funcionamiento del ecosistema.
2. Para las especies prioritarias, realizar un inventario o estudio con el fin de establecer:
  - la localización de los rodales (y hábitats)
  - la frecuencia o número
  - la distribución por clases de edad.
3. Para las especies prioritarias, recoger información importante ecológica y selvícola, incluyendo:
  - ecología de regeneración por semilla (periodicidad/estación, cantidad, dispersión, longevidad), p.ej. tasa de mortalidad de los nuevos brinzales, etapa sucesional/tolerante o intolerante a la sombra, número de años antes de crecer libremente
  - respuesta a las perturbaciones ambientales (fuego, ciclones, inundaciones, plagas, enfermedades, etc.)
  - respuesta a los tratamientos silvícolas y de ordenación, como claras, liberación de vegetación competitiva, quemas controladas
  - biología reproductiva (polinización/polinizadores, sistema de fecundación)
  - asociaciones ecológicas importantes, especialmente la fauna asociada.
4. Evaluar el impacto potencial de las amenazas externas, humanas y ambientales, sobre el bosque y sus recursos genéticos:
  - fragmentación o pérdida/modificación de los ecosistemas forestales circundantes
  - posible cambio climático (disminución de precipitaciones, aumento de temperaturas)
  - invasión de malezas
  - incendios.
5. Desarrollo de prescripciones en los planes de ordenación para:
  - conseguir regeneración e incorporación satisfactorias
  - conseguir que las tasas de producción sean proporcionadas con las tasas de extracción
  - evitar una selección silvícola negativa (disgénica), y siempre que sea posible, practicar una selección silvícola positiva (p.ej. el diámetro medio de los árboles del rodal debe seguir siendo el mismo o aumentar)
  - reducir al mínimo el intracruzamiento manteniendo un número suficiente de árboles-padre vigorosos y sanos para la formación abundante de polen y óvulos
  - incluir estrategias adecuadas de protección para responder a las amenazas conocidas.

## Cuadro 3.2 Etapa sucesional y claros necesarios para la regeneración de algunos ejemplos de especies arbóreas de bosques tropicales húmedos

| Etapa sucesional /exigencias de luz de las dominantes       | Modelo de aprovechamiento/dimensión del claro  | Ejemplos de tipo de bosque   | Especies  |  |   |
|---|--|--|---|--|---|
|   |  |  | África  | América/Neo Trópicos   | Asia/Pacífico   |
| Colonizadoras/exigentes en luz                              | Corta total/grandes claros   | Tras una gran perturbación, p.ej. actividad volcánica, incendio forestal, grandes claros | <i>Musanga cecropioides</i><br><i>Macaranga</i> spp.<br><i>Trema</i> spp.   | <i>Cecropia</i> spp.<br><i>Heliocarpus</i> spp.<br><i>Jacaranda copaia</i><br><i>Ochroma lagopus</i><br><i>Vismia</i> spp.<br><i>Trema</i> spp.                          | <i>Acacia</i> spp.<br><i>Eucalyptus deglupta</i><br><i>Macaranga</i> spp.<br><i>Octomeles sumatrana</i><br><i>Paraserianthes falcataria</i><br><i>Parasponia</i> y<br><i>Trema</i> spp. |
| Secundarias iniciales/luz moderada                          | Grandes claros, p.ej. 0,5/3 ha.  | Bosque secundario inicial, p.ej. tras la agricultura migratoria o daños por ciclones     | <i>Aucoumea</i> sp.<br><i>Alstonia boonei</i> <i>Canarium schweinfurthii</i><br><i>Maesopsis eminii</i><br><i>Olea welwitschii</i> <i>Terminalia superba</i><br><i>Triplachiton scleroxylon</i>       | <i>Bertholletia excelsa</i><br><i>Cedrelinga catenaeformis</i><br><i>Cedrella odorata</i><br><i>Goupia glabra</i><br><i>Hymenaea</i> sp.<br><i>Swietenia macrophylla</i> | <i>Agathis</i> spp.<br><i>Endospermum</i> spp.<br><i>Gmelina</i> spp.<br><i>Parashorea</i> sp.<br><i>Pterocarpus indicus</i><br><i>Shorea johorensis</i><br><i>Tectona grandis</i>      |
| Secundarias tardías/luz intermedia                          | Aprovechamiento de pequeños grupos de árboles/claros intermedios, p.ej. 0,05/0,5 ha. | Tipos de bosque secundario tardío  | <i>Entandrophragma</i> spp.<br><i>Guarea cedrata</i> .<br><i>Khaya</i> spp.<br><i>Lovoa trichilioides</i><br><i>Lophira alata</i><br><i>Pausinystalia johimbe</i><br><i>Piptadeniastrum africanum</i> | <i>Cedrella fissilis</i><br><i>Dalbergia nigra</i><br><i>Licania alba</i><br><i>Ocotea</i> sp.   | <i>Calophyllum peekelii</i><br><i>Dipterocarpus</i> spp.<br><i>Hopea nervosa</i><br><i>Intsia bijuga</i><br><i>Pometia pinnata</i><br><i>Toona ciliata</i>                              |
| Climácicas o primarias/soporan la sombra cuando son jóvenes | Aprovechamiento de 1 ó 2 árboles, p.ej. claros de 0,005 ha.                          | Tipos de bosque climácico de etapa tardía sucesional                                     | <i>Cycnometra alexandri</i><br><i>Parinari excelsa</i><br><i>Palaquium</i> spp.   | <i>Carapa guianensis</i><br><i>Eschweilera</i> spp.<br><i>Manilkara huberi</i><br><i>Protium tenuifolium</i>   | <i>Decussocarpus</i> spp.<br><i>Dillenia salomonensis</i><br><i>Parinari papuanum</i><br><i>Podocarpus</i> spp.   |

(Fuente: L. Thomson y F. Castañeda, sin publicar)

### 3.3.2 ¿Cómo se pueden hacer más compatibles el aprovechamiento maderero y la conservación de los recursos genéticos forestales?

La ordenación para producción maderera lleva consigo el riesgo de la extinción de endemismos locales y especies especialmente vulnerables a la interrupción física de sus hábitats (Whitmore y Sawyer 1992). El aprovechamiento maderero es en la actualidad la única intervención importante de ordenación en muchos bosques tropicales. El impacto más corriente del aprovechamiento es reducir la variedad de especies de valor económico, especialmente las de mucho valor. En las condiciones tropicales el aprovechamiento de madera generalmente favorece a las especies de crecimiento más rápido, con maderas de densidad baja a media. La zonificación dentro de bosques ordenados, en los que se adoptan diferentes regímenes y medidas de ordenación, puede disminuir mucho los impactos de la ordenación maderera sobre la diversidad biológica forestal.

Un solo ciclo de aprovechamiento maderero selectivo no tiene por qué reducir la riqueza de especies entre poblaciones arbóreas (p.ej. Johns 1992b), siempre que exista un rebrote adecuado que no sea gravemente dañado durante el aprovechamiento o que exista semilla para la

### Recuadro 3.3 Conservación *in situ* de *Swietenia macrophylla* (caoba de hoja grande)

La *Swietenia macrophylla* King o caoba de hoja grande, a la que denominaremos caoba en adelante, es una de las maderas para muebles mejor conocidas del mundo. La especie se regenera naturalmente en rodales extensos coetáneos, tras grandes perturbaciones ambientales, incluyendo huracanes, incendios e inundaciones y perturbaciones humanas como la agricultura migratoria (Snook 1993, 1996). En muchas partes de su ámbito natural, el aprovechamiento selectivo ha extraído la mayoría de los árboles semilleros faltando al propio tiempo la creación de las condiciones necesarias para la regeneración de la caoba (grandes claros de la cubierta de copas, extracción de la vegetación competitiva y perturbación del suelo) (Snook 1996; Dickinson y Whigham 1999). Esto se ha traducido en la extinción de algunas poblaciones locales, la reducción a un pequeño número de árboles relictos en otros y, en algunos casos, en una notable reducción de la densidad de caoba en regiones enteras. En este estudio de caso, se proponen modificaciones de los sistemas existentes de aprovechamiento y de las prácticas selvícolas para hacer compatibles estas intervenciones con la conservación *in situ* de los recursos genéticos de *S. macrophylla*.

La *Swietenia macrophylla* se extiende sobre una gran área geográfica, desde México, por América Central y en un arco en la región meridional del Amazonas en Bolivia y Brasil. Se encuentra normalmente como un árbol que sobresale en bosques tropicales estacionalmente secos, donde se da con bajas densidades, con un promedio de 1 a 2 árboles de tamaño comercial /ha., en mezcla con otras 60 ó más especies arbóreas que son de menor o ningún valor comercial. Los árboles de caoba son de vida prolongada y resistentes a los incendios, huracanes e inundaciones con más éxito que las especies asociadas (Snook 1993, 1996).

#### Historia de su utilización y estado de conservación

La caoba de México se ha venido utilizando y comercializando internacionalmente para madera desde hace más de 400 años. Las primeras explotaciones eran muy selectivas, dejando muchos árboles grandes que no cumplían las normas de exportación. En tiempos más recientes, los cambios en la tecnología y la fuerte demanda interna han llevado a la utilización de árboles menores (hasta 55/60 cm. dap) y a un nuevo aprovechamiento para extraer grandes árboles que se habían dejado previamente (Snook 1998).

La *S. macrophylla* domina actualmente el comercio internacional de la auténtica madera de caoba pero se considera vulnerable en muchas partes de su ámbito natural debido a la sobreexplotación (Palmborg 1987). Brasil estableció recientemente la prohibición de aprovechar durante 2 años la caoba, excluyendo las áreas de ordenación sostenible y los bosques plantados. La *S. macrophylla* está incluida actualmente en el Apéndice III de CITES (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna) para las poblaciones de México, Costa Rica (desde 1995), Bolivia y Brasil (desde 1998). Tales acciones plantean la necesidad de ciertos requisitos de apoyo para el mantenimiento de registros del comercio de la especie, incluyendo un certificado de origen, que garantice que la madera se ha obtenido legalmente.



Las hojas de caoba (*Swietenia macrophylla*) se vuelven rojas antes de su caída, México. (Laura Snook)

continua

## Ecología

### **Biología reproductiva, sistema de cruzamiento, producción y dispersión de semilla**

Las *Swietenia* se sabe que son monoicas, con flores independientes masculinas y femeninas, pero se conoce poco sobre sus sistemas de incompatibilidad salvo que son generalmente de cruzamiento lejano, con la posibilidad de autopolinización (Styles y Khosla 1976). La polinización se efectúa mediante los insectos, incluyendo abejas y orugas (Styles y Khosla 1976). M. Loveless (com. pers.) ha encontrado un 100% de cruzamiento lejano en *S. macrophylla* del bosque de Chimanes de Bolivia, antes del aprovechamiento maderero, pero esto disminuyó al 85% de cruzamiento lejano tras un aprovechamiento intensivo. Los frutos tardan alrededor de un año en madurar. La caoba produce semillas aladas que se desprenden durante la estación seca cuando el árbol está sin hojas. La dispersión se realiza principalmente por el viento y en condiciones ventosas las semillas se pueden dispersar a distancias de varios centenares de metros.

## Regeneración

En la naturaleza, la caoba se regenera por manchas desde <1 hectáreas hasta varios millares de ha. de extensión, normalmente después de diversas perturbaciones (Gullison y Hubbell 1992; Snook 1993, 1996). Cuando están en la etapa de latizal, estas masas pueden incluir varios millares de caobas/ha.; con 50 cm. de diámetro, tienden a aclararse naturalmente con una densidad de 50 caobas/ha., que representan aproximadamente el 10% de todos los pies arbóreos de la cubierta de copas (Snook 1993).

Las semillas de caoba germinan al principio de la estación de lluvias, a pleno sol o a la sombra. Las que no germinan pierden su viabilidad en pocos meses. La *S. macrophylla* es una especie



Caoba sin hojas (*Swietenia macrophylla*) con frutos, antes de la dispersión de la semilla México. (Laura Snook)

exigente en luz; bajo una cubierta completa de copas los brinzales mueren. Por ello, la caoba no cuenta ni con un banco de semillas en el suelo ni con un banco de brinzales que sirvan como fuente de regeneración a falta de árboles semilleros (Snook 1993, 1996).

Los árboles de caoba fructifican desde una edad juvenil, de manera que los árboles precomerciales pueden actuar como fuentes de semilla de clases diamétricas menores. Sin embargo, parece que no se producen cantidades importantes de semilla hasta que los árboles alcanzan dimensiones >85cm. dap (Gullison et al. 1996). Como la caoba se regenera fundamentalmente en grupos de árboles coetáneos, todos los árboles de un bosque o área determinada es probable que alcancen la dimensión comercial aproximadamente al mismo tiempo. Como consecuencia de ello, suelen aprovecharse todos en una sola corta, agotando las fuentes de semilla en un área relativamente extensa. Otros factores que limitan la semilla para regeneración son el aprovechamiento de los árboles antes de soltar la semilla (Snook 1996) y la producción irregular de frutos.

Mientras que la caoba se regenera típicamente en los grandes claros producidos por la destrucción de la mayoría de los árboles de otras especies, la explotación selectiva o la corta de árboles individuales de caoba producen pequeños claros en la cubierta de copas que no permiten una penetración de luz suficiente para que los brinzales de caoba compitan con eficacia con la otra vegetación preexistente. La explotación selectiva reduce también la disponibilidad de semilla de caoba por la extracción de todos o casi todos los árboles reproductivamente maduros (Gullison y Hubbell 1992; Snook 1993, 1996; Verissimo et al. 1995; Dickinson y Whigham 1999).

*continua*



### Variación genética

A pesar de su importancia comercial, es notable lo poco que se sabe sobre la extensión y modelos de variación genética de la *S. macrophylla* (Patiño 1997). En Puerto Rico, Cuba, Fiji y Vanuatu se han realizado ensayos de procedencias en pequeña escala que han demostrado la variación de caracteres económicamente importantes. Se conocen razas diploides ( $2n=54$ ) y tetraploides ( $2n=108$ ) (Styles y Khosla 1976), lo que tiene importantes consecuencias para la conservación y mejora genética de la especie. Dado su extenso hábitat geográfico y ecológico y su modelo de distribución discontinua, es probable que exista una diferenciación genética apreciable entre poblaciones. Se necesitan urgentemente nuevas investigaciones para aclarar los modelos de diversidad genética tanto dentro de las poblaciones como entre ellas (véase Helgason *et al.* 1996; Newton *et al.* 1996; Patiño 1997).

### Conservación

#### *Aumento de la regeneración de la caoba en bosques comerciales*

La regeneración de la caoba se puede ayudar mediante cambios en el calendario de aprovechamientos de la forma siguiente:

1. Aprovechando la caoba algunos meses más tarde que en la actualidad, en el mismo año y después de que la semilla haya madurado y se haya dispersado.
2. El aprovechamiento en primer término de otros árboles menos valiosos comercialmente, antes de que caigan las semillas de caoba, para crear grandes vacíos o perturbaciones que favorezcan la regeneración de la caoba. (Nota: esto requeriría el desarrollo de mercados para estas especies menos preferentes) (Snook 1993, 1998).

Por ejemplo, en el Área de Conservación y Ordenación de Río Bravo, en el norte de Belize, se está favoreciendo la regeneración de la caoba mediante cortas en manchas a favor del viento de los árboles con fructificación. Los sistemas selvícolas para favorecer la regeneración de la caoba incluyen el anillado de las especies no comerciales, para abrir la cubierta de copas, y la limpieza del sotobosque.

En Costa Rica, se está practicando una plantación limitada de enriquecimiento, que incluye el trasplante de plantitas silvestres de caoba en nichos de regeneración más adecuados. La plantación lineal junto con el envenenamiento del piso dominante y los cuidados culturales han tenido éxito fuera del ámbito natural, en Fiji, donde se han establecido unas 45.000 ha. (Oliver 1999) y en Puerto Rico (Bauer 1991), pero no ha tenido éxito en las zonas tropicales de América Latina.

*continua*



Fruto de la caoba de hoja grande (*Swietenia macrophylla*).  
(Kron Aken/CSIRO)

### ***Incentivos para la conservación in situ***

Elementos fundamentales de la silvicultura de uso sostenible y de la conservación *in situ* de los recursos genéticos de caoba son la participación de la población local en la ordenación y protección del área forestal, la seguridad de la tenencia de la tierra y una silvicultura apropiada (Sullivan 1993). Las comunidades propietarias del bosque participan en la ordenación y utilización de los bosques que contienen caoba a través del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo, México (Snook 1991, 1998). No obstante, en gran parte de su ámbito natural los árboles de caoba tienen un alto riesgo debido a la explotación ilegal e incontrolada, incluso en áreas designadas como protegidas, habiéndose registrado explotación ilegal de caoba procedente de reservas de la biosfera y de reservas indígenas de México, Guatemala, Bolivia y Brasil (Snook 1996).

Se han elaborado planes de ordenación de bosques de caoba a lo largo de la costa atlántica de Honduras (véase Mayhew y Newton 1998). Los aspectos de conservación de la caoba de estos planes incluyen la utilización de todas las especies comerciales y no solamente de la caoba; un diámetro límite mínimo de corta de 50 cm. dap para la caoba; la replantación de la caoba en claros con buena luminosidad, a falta de una regeneración natural suficiente (menos de 167 árboles/ha.), y aproximadamente un 30% del área bajo protección por razones ambientales.

En 1986 el Instituto Forestal Nacional de Perú, con apoyo de FAO/PNUMA estableció una reserva de conservación *in situ* en el Bosque Nacional de Humboldt donde se identificaron aproximadamente 100 árboles adultos de caoba como árboles semilleros. Posteriormente, los madereros ilegales se aprovecharon de la debilidad de la administración forestal y del descuido del control forestal, junto con el terrorismo y otros problemas, y explotaron todos los árboles semilleros seleccionados. Este ejemplo pone de manifiesto uno de los riesgos potenciales de las medidas de conservación *in situ*, y la necesidad de emprender una conservación complementaria *ex situ* para las poblaciones con riesgo.

### ***Conservación ex situ***

Las opciones para la conservación *ex situ* de la *S. macrophylla* se encuentran con una serie de inconvenientes. La semilla es voluminosa y normalmente de vida corta (sólo varios años) en condiciones de refrigeración y bajos contenidos de humedad (p.ej. 3 a 4°C y 3 a 7% de CH). Para su conservación a más largo plazo, es conveniente un menor contenido de humedad (hacia el 2%) y temperaturas muy bajas (-13°C o menos) (Tompsett y Kemp 1996). Estos requisitos no son fáciles de conseguir en los países en desarrollo y los lotes de semilla pierden viabilidad con el tiempo. Técnicas avanzadas de almacenamiento, incluyendo la criopreservación de embriones y la deshidratación y encapsulación, se han desarrollado con éxito para esta especie (Mansor 1999) y serían técnicamente posibles para el almacenamiento a largo plazo. Teniendo en cuenta la necesidad de personal experimentado y de instalaciones especializadas y el hecho de que las técnicas *in vitro* sólo permiten en general la conservación de unos pocos genotipos, tales técnicas tendrán probablemente un valor limitado de conservación (véase el Vol. 1, Cap. 2, y también el Vol. 3 para más detalles). Sin embargo, dado el valor muy elevado de la *S. macrophylla*, los bancos de genes pueden desempeñar un papel para el almacenamiento intermedio de la semilla procedente de poblaciones singulares, hasta que ésta se pueda utilizar para plantaciones de conservación.

En muchos países, incluyendo los de su ámbito natural, la caoba está sujeta al grave ataque del barrenador de la yema terminal (*Hypsipyra* sp.) cuando se planta en rodales monoespecíficos: este problema ha impedido el interés por la plantación de esta especie. No obstante, dada la grave amenaza para ciertas poblaciones naturales, es muy conveniente que se establezcan rodales de conservación genética *ex situ* en estaciones bien protegidas, preferentemente libres de *Hypsipyra*, como Fiji y Samoa, como medida de seguridad para reducir al mínimo la probabilidad de que se puedan perder los recursos genéticos de caoba. Para el establecimiento de tales rodales se necesitarán colecciones de nuevas fuentes identificadas, con estrategias de muestreo orientadas específicamente a la conservación *ex situ*.

(Basado principalmente en el trabajo de Laura Snook, anteriormente de la Universidad de Duke, Carolina del Norte, EUA, actualmente CIFOR, y Fernando Patiño 1997; INIFAP, México).

regeneración subsiguiente en el banco de semillas del suelo o en áreas adyacentes. El impacto del aprovechamiento maderero sobre los recursos genéticos de un bosque dependerá de varios factores fundamentales:

- A. Intensidad, frecuencia y época del aprovechamiento maderero
- B. Procedimientos para determinar qué árboles (tanto especies como especímenes individuales) se cortarán o mantendrán
- C. Nivel de programación, incluyendo el uso de directrices de explotación de impacto reducido y la incorporación de medidas específicas de conservación
- D. Dirección de las operaciones de aprovechamiento maderero
- E. Sistema de regeneración, protección y ordenación de la regeneración
- F. Ordenación posterior al aprovechamiento.

### **A. Intensidad, frecuencia y época del aprovechamiento maderero**

Las dos grandes categorías de sistemas de aprovechamiento son los monocíclicos y los policíclicos. En los sistemas de aprovechamiento monocíclicos los árboles a extraer se aprovechan al mismo tiempo al final de la rotación. Pueden realizarse una o más claras para extraer árboles que no se consideran para la corta final. La productividad y la conservación a largo plazo de los recursos genéticos en tales bosques dependerán de cómo se regeneren. Los componentes fundamentales consisten en que:

1. Las fuentes locales de semilla se utilicen como fuentes de la siguiente corta (véase también el Recuadro 3.3).
2. Se mantenga el nivel de variación genética, garantizando que un número adecuado de árboles contribuya a la regeneración (ya sea consiguiendo la retención de un número suficiente de árboles semilleros o mediante siembra directa con semilla a granel colectada de un número muy grande de individuos).
3. Los procesos de regeneración tratan de evitar el desarrollo de vecindades de árboles emparentados (lo que podría traducirse en el intracruzamiento y la correspondiente caída del crecimiento en las generaciones siguientes en especies con sistemas de cruzamiento mixto).

En muchos casos, las operaciones de aprovechamiento en los bosques de producción deben pretender la formación de claros similares a los asociados con la regeneración de las especies elegidas (véase el Cuadro 3.1 y el Recuadro 3.3 estudio de caso de *Swietenia macrophylla*).

Las cortas a matarrasa en gran escala en bosques tropicales de especies mezcladas tiene generalmente importante impactos ambientales negativos, incluyendo la erosión y degradación de los suelos que son característicamente frágiles, la proliferación de malezas y trepadoras que impiden la regeneración del bosque e incrementan la propensión a los incendios. En otros tipos de bosques del mundo, puede no suceder así, debiendo evaluarse cada situación. Por consiguiente, en los bosques tropicales generalmente son preferibles los sistemas de aprovechamiento policíclicos o selectivos porque los árboles a aprovechar pueden cortarse en un ciclo de aprovechamientos que tienen lugar con más frecuencia que la duración del turno.

En resumen, aunque a veces no es factible, las operaciones de aprovechamiento maderero, es mejor programarlas para poco después de que hayan madurado los frutos y se hayan desprendido las semillas. Esto es especialmente aplicable a las especies madereras con semillas recalcitrantes, y cuando los estudios previos al aprovechamiento han indicado una escasa frecuencia de desarrollo de brinzales y repoblado preexistente.

### **B. Procedimientos para determinar qué árboles se van a aprovechar**

La primera condición sobre la posibilidad de corta de cualquier aprovechamiento es que la madera aprovechada se equilibre con el crecimiento del bosque. Los procedimientos para evaluar el crecimiento del bosque y los rendimientos de los bosques naturales se dan en FAO (1998). La corta real se basará en el rendimiento sostenible y comprenderá una proporción variable del

volumen de madera comercial disponible p.ej. 50 a 60%. En la mayoría de las operaciones de aprovechamiento maderero los procedimientos normales para determinar los árboles individuales a cortar serán:

1. Especies comerciales designadas.
2. Límites de los diámetros de corta que variarán con la especie (y vendrán determinados por factores tales como el tamaño en que comienza a disminuir el crecimiento y se forman pudriciones del duramen).
3. Localización de los árboles dentro de un rodal de modo que se pueda seguir el plan de aprovechamiento más económico.
4. Necesidad de crear claros de regeneración de dimensión y distribución apropiadas.

Hay que tener en cuenta también el impacto sobre la calidad genética del aprovechamiento maderero próximo y de los siguientes, cuando se desarrollan los procedimientos y directrices para seleccionar los árboles individuales a aprovechar. En un extremo del espectro de selección se encuentra la selección silvícola positiva que supone la extracción deliberada de los árboles de menor crecimiento, de peor forma, enfermos o atacados por insectos, de tal modo que los individuos más sanos, y mejor adaptados sean los padres de la siguiente generación. La selección silvícola positiva se ha practicado a veces en los bosques templados y es más eficaz en masas regulares constituidas por una o pocas especies.

Las prácticas de manejo forestal selectiva, como las cortas de entresaca o con un límite diamétrico en masas regulares, que dejan en el bosque los peores árboles para producir la próxima generación, se han denominado de selección silvícola negativa. Tales prácticas, es probable que tengan efectos negativos (disgénicos) en las generaciones futuras por incremento de la frecuencia de los genes menos deseables. Estas prácticas es probable que tengan un impacto relativamente mayor sobre la calidad genética de las generaciones subsiguientes que la práctica de la selección silvícola positiva, debido a la asimetría de las respuestas, a la selección dirigida (véase Falconer 1981).

Las siguientes directrices para la selección de árboles individuales durante las operaciones de aprovechamiento, ayudarán a garantizar la productividad a largo plazo, conservando al propio tiempo los recursos genéticos forestales:

- Practicar, siempre que sea posible, la selección silvícola positiva. En los bosques tropicales mezclados, y cuando las consideraciones económicas lo permiten, mantener durante el primer aprovechamiento los mejores fenotipos de las especies de mayor valor.
- Evitar la selección silvícola negativa y todas las formas de entresaca selectiva, incluyendo (a) el aprovechamiento muy selectivo u operaciones de extracción de lo mejor que representan cortar únicamente todos los árboles de dimensión adecuada de las especies madereras más codiciadas y (b) en bosques regulares, evitar la selección de los árboles a cortar basada en un diámetro límite de corta, para aquellas especies cuyos menores árboles residuales constituirían la principal población parental de la masa siguiente.
- En los casos en que se explotan en el primer aprovechamiento los individuos fenotípicamente superiores de las especies más codiciadas, hay que tener especial cuidado para conseguir que su progenie esté adecuadamente representada en la regeneración existente o en el banco de semillas del suelo.
- Poner en cuarentena las especies raras y las fuertemente amenazadas excluyéndolas del aprovechamiento, especialmente las de alto valor comercial. Aparte de ayudar a conservar la diversidad biológica y los recursos genéticos, el objetivo de tal medida es incrementar la frecuencia de tales especies, de tal modo, que en el futuro puedan ser de nuevo utilizadas económicamente.
- Reducir al mínimo la corta y el daño indirecto de manejo a las especies-clave vegetales y animales para garantizar que exista el número adecuado de individuos adultos de cada especie en siguiente aprovechamiento de madera .

### **C. Planificación de las operaciones de aprovechamiento y utilización de las Directrices de Aprovechamiento Maderero de Impacto Reducido (RIL)**

El mantenimiento de los recursos genéticos forestales implica reducir al mínimo los daños por el aprovechamiento a los árboles residuales y a la regeneración mediante un alto nivel de programación y el ejercicio de un especial cuidado por operarios debidamente formados. Las operaciones de aprovechamiento mal programadas y supervisadas ocasionan en los bosques tropicales daños de un 30 a un 60% de los árboles residuales (Andrewartha y Applegate 1998). Los daños del están estrechamente relacionados también con la intensidad de la operación de aprovechamiento. Las investigaciones realizadas en Fiji han demostrado que los daños por el manejo, a los árboles de 10 a 25 cm. dap con corteza ascienden del 8 al 20% en aprovechamiento de nivel ligero y medio (extracción del 19 al 34% del volumen disponible) al 35% de daños debidos a un aprovechamiento convencional, sin programar y de carácter intensivo (extracción del 77% del volumen disponible) (Liebau *et al.* 1994).

Las directrices RIL pretenden reducir los impactos negativos del aprovechamiento en los árboles residuales y la regeneración y los daños al suelo (Andrewartha y Applegate 1998). Las características fundamentales de la RIL incluyen directrices prácticas sobre:

- los métodos y restricciones de la construcción de caminos, arrastraderos y cargaderos
- los requisitos de la selección y marcación de árboles
- los métodos de apeo direccionales
- la evaluación de daños posterior a la explotación.

La planificación de las operaciones de aprovechamiento maderero requiere una mayor atención a los detalles, con el fin de que los recursos genéticos forestales se utilicen de forma sostenible. Las prescripciones silvícolas y las directrices RIL tendrán que especificar lo siguiente:

- época de aprovechamiento para conseguir el máximo de regeneración, p.ej. después de la fructificación, en el caso de la caoba (Recuadro 3.3)
- tamaño elegido de los claros de corta para crear nichos de regeneración de las especies comerciales preferidas (principal enfoque de la ordenación)
- número de árboles reproductores a mantener de las diferentes especies comerciales
- identificación y protección de la regeneración y del repoblado preexistente
- directrices sobre regeneración artificial, cuando la regeneración natural no sea suficiente.

Las medidas de conservación de la fauna silvestre en los planes de aprovechamiento maderero para una unidad de ordenación o área de corta determinada deben incluir la identificación y protección de:

- Los animales polinizadores especializados y dispersores de semilla incluyendo los elementos fundamentales del hábitat.

Los árboles extramaduros y con huecos suelen ser hábitat muy importantes para la fauna silvestre debiendo mantener un número adecuado.

- El aprovechamiento de la fauna silvestre en los bosques tropicales explotados amenaza directamente la sostenibilidad de la silvicultura tropical debido a las importantes funciones ecológicas que desempeñan los grandes animales, aves y reptiles. Las empresas madereras tienen un importante papel que desempeñar en la reducción del aprovechamiento de la fauna silvestre en sus concesiones adoptando medidas que incluyan la provisión de proteínas animales domésticas a los trabajadores, prohibición del comercio en sus concesiones, prohibición de la caza por los trabajadores incluyendo la prohibición del transporte de carne de monte en vehículos de la compañía (Robinson *et al.* 1999).
- Reservar áreas sin aprovechar para conservación, incluyendo reservas y líneas de drenaje para proteger hábitats especiales y frágiles. La reserva de áreas sin aprovechar en una cuantía del 5% de un bosque intensamente explotado puede ser adecuada para conservar poblaciones de especies de vertebrados consideradas como intolerantes al aprovechamiento maderero (Johns 1992a), mientras que el Consejo de Administración

### Recuadro 3.4 ¿Cuántos árboles semilleros se deben mantener durante el aprovechamiento maderero en los bosques tropicales húmedos?

La finalidad de mantener árboles semilleros durante las operaciones de aprovechamiento es fomentar una buena regeneración de las principales especies de maderas comerciales. El no retener un número adecuado de árboles semilleros puede contribuir a incrementar el intracruzamiento, p.ej. como sucede con la *Shorea megistophylla* (Murawski *et al.* 1994) y ocasionar que el bosque llegue a estar dominado por especies menos deseables, no comerciales. Por ejemplo, en Uganda, la *Entandrophragma angolense* (una caoba africana y una de las principales especies comerciales) sólo fructifica intensamente en los árboles más viejos y mayores (>80 cm. dap). Con un límite de corta de 70 cm. dap existe el riesgo de que se produzca semilla insuficiente para nuevas incorporaciones a la masa, a menos que se mantenga un número adecuado de árboles más grandes, reproductivamente maduros, durante el aprovechamiento (Plumptre 1995). En algunos casos, la retención de árboles semilleros específicos de una especie determinada será innecesaria; por ejemplo, si existe una población razonable de árboles reproductivamente maduros que hay que retener en cualquier caso o si existe suficiente regeneración previa en diferentes clases de edad y tamaño.

Es conveniente que los árboles semilleros elegidos tengan una forma de tronco próxima a la media o mejor, para reducir al mínimo el riesgo de selección disgénica. Evidentemente, hay una resistencia a mantener tales árboles porque se reducirán los ingresos durante el primer ciclo de aprovechamiento. Debe señalarse, sin embargo, que los árboles semilleros vienen a estar disponibles para su aprovechamiento en la segunda corta y siguientes y que el no mantener árboles semilleros adecuados de buena calidad genética perjudicará las perspectivas de la futura producción maderera. Los derechos de aprovechamiento maderero a largo plazo, para una concesión o bosque determinado, serán fundamentales si las compañías deben seguir los mejores sistemas.

Los bosques tropicales húmedos suelen contener un gran número de especies maderables comerciales y de otras especies ecológicamente importantes, que es necesario regenerar después del aprovechamiento. En la mayoría de los casos, la retención únicamente de 2 a 6 árboles maduros reproductivamente y bien formados, de las especies comerciales más deseables (o un total de 6 a 10 árboles semilleros/ha.) será suficiente probablemente para conseguir la regeneración de las especies deseadas. Cuando el objetivo consiste en conservar y mantener un número de diferentes especies arbóreas de gran prioridad en un bosque determinado, se recomienda que los árboles semilleros de las especies preferidas se mantengan de forma diferenciada en distintos tramos forestales. El número total de árboles dentro de un área mayor debe mantenerse siempre en un nivel relativamente elevado, p.ej. >150 (véase también el Capítulo 2), siempre que sea posible.

Para especies como la *Tectona grandis*, que domina los bosques naturales en muchas partes de su área de distribución natural, será conveniente en general contar con más árboles semilleros/ha. con el fin de producir más semilla, tener la semilla distribuida de



Bosque natural de teca en Ban Cham Pui, Distrito de Lampang. (E. Kjær/DFSC. 1999)

continua

forma más regular por todo el área (en el caso de la *Tectona* las semillas son pesadas y no tienen alas) y reducir la estructura familiar que puede desarrollarse en caso contrario debido al escaso número de árboles semilleros por ha. Sin embargo, esto depende de la cantidad de semilla viable en el suelo del bosque antes del aprovechamiento.

La regeneración desarrollada se debe evaluar siempre durante algunos años después de la operación de aprovechamiento y utilizar el resultado de este inventario para modificar las directrices para una serie de árboles semilleros.

**Factores que influyen en el número (o densidad) de los árboles semilleros que se dejan durante el aprovechamiento maderero en los bosques tropicales húmedos.**

| <b>Mayor número de árboles semilleros</b>   | <b>Menor número de árboles semilleros</b>  |
|---|--|
| Especies comerciales preferentes  | Especies comerciales menos preferentes   |
| Semilla producida principalmente en árboles grandes (es decir, los sujetos a aprovechamiento) | Cosechas de semilla adecuadas producidas en árboles más pequeños (por debajo del tamaño mínimo de aprovechamiento) |
| Especies abundantes o anteriormente abundantes  | Especies poco comunes pero muy extendidas  |
| Árboles semilleros del futuro de fenotipos medios o mejores                                   | Árboles semilleros del futuro de fenotipo mediocre (residuos de explotaciones muy selectivas)                      |
| Regeneración limitada o banco de semillas del suelo dominando por especies no comerciales     | Regeneración existente o banco de semillas del suelo, adecuados incluyendo especies comerciales                    |
| Sistema de cruzamiento lejano o mixto   | Reproducción por autogamia o apomixis  |
| El polen y/o la semilla se dispersan a cortas distancias                                      | El polen y/o la semilla se dispersan a largas distancias   |

Forestal exige el 10% de cada unidad de ordenación para reserva de conservación a fin de lograr la certificación como sostenible. Como directriz general se recomienda establecer fajas ribereñas sin perturbar a ambos lados de los ríos y alrededor de las masas de agua; éstas deben tener como mínimo 20 m. de anchura a lo largo de cauces permanentes de menos de 20 m. de anchura y 50 m. de anchura a lo largo de cauces de mayor importancia, ríos y lagos (Blockhus *et al.* 1992).

**D. Dirección de las operaciones de aprovechamiento**

Con el fin de cumplir sus objetivos deben elaborarse planes de aprovechamiento detallados por profesionales y técnicos forestales bien preparados y estos planes los deben ejecutar operarios bien entrenados y debidamente supervisados. El seguimiento cuidadoso de los operarios será especialmente importante durante el período de transición de las prácticas convencionales a las especificadas en un código de prácticas de aprovechamiento y las directrices RIL asociadas, como sucede en momentos en que pueden caer en los malos hábitos anteriores, como el bajar la hoja de los bulldozer y ocasionar una perturbación excesiva al suelo. Es necesario ejercer un gran cuidado durante las operaciones de corta y extracción para reducir al mínimo los daños ambientales, especialmente a la regeneración preexistente y a la regeneración de brinzales de las especies comerciales preferidas.

**E. ¿Cuál es el método preferido de regeneración para conservar los recursos genéticos de un bosque?**

***Regeneración natural***

Como norma general, se prefiere la regeneración natural, y en cualquier caso el método de regeneración menos costoso que cumpla los objetivos de conservación genética. Además de

ayudar a conseguir la disponibilidad de un número adecuado de individuos para sustituir a los árboles que se han aprovechado, una mayor regeneración de brinzales dará una mayor oportunidad para evitar los intracruzamientos y otras formas de carga genética (acumulación de genes nocivos) en diferentes etapas del ciclo vital del árbol, especialmente en las etapas de brinzal y bajo latizal en que se produce la selección natural.

Los dos factores más importantes para favorecer la regeneración natural de las especies maderables preferidas, especialmente en los bosques tropicales húmedos, son:

- Crear unos niveles favorables de luminosidad o claros. Operativamente, la creación de nichos o claros de regeneración convenientes se logrará principalmente mediante niveles apropiados de aprovechamiento.
- Planificar y dirigir cuidadosamente el aprovechamiento para evitar los daños al banco de brinzales del suelo forestal; esto es especialmente importante para las especies con semillas recalcitrantes como son la mayoría de los dipterocarpaceas incluyendo también la mayoría de las especies primarias o climácicas.

Otras medidas para mejorar la conservación de los recursos genéticos forestales durante la fase de regeneración incluyen:

- Cuando sea posible silviculturalmente, regenerar los rodales durante los años buenos de producción de semilla, antes del aprovechamiento. La preparación del sitio antes del aprovechamiento para fines de regeneración, puede realizarse con anterioridad a los años semilleros buenos, cuando la mayoría de los árboles padre están contribuyendo al flujo génico y cuando la producción de polen y óvulos garantizan el máximo cruzamiento lejano y el intracruzamiento mínimo.
- Retención de un número adecuado de árboles semilleros de las especies comerciales preferidas. Los árboles semilleros son individuos reproductivamente maduros, preferentemente de gran copa, y con elevado potencial de producción de semilla y con forma de tronco mejor que la media. Los árboles semilleros deben estar distribuidos de forma bastante uniforme para obtener los mejores resultados: el número de árboles a mantener variará notablemente con la especie pero suele ser de 20 a 25/ha. para las coníferas de zonas templadas, como los géneros *Abies*, *Picea* y *Pinus*. En el Recuadro 3.4 se exponen las directrices en cuanto al número de árboles semilleros a mantener en los bosques tropicales húmedos durante el aprovechamiento.
- Proteger la regeneración contra el ramoneo, excluyendo el ganado doméstico. El pastoreo del ganado destruye una cantidad considerable de la regeneración de los árboles, incluyendo el ganado mayor en bosques tropicales estacionales y cabras, camellos y ovejas en terrenos arbolados. Los impactos negativos del pastoreo para los árboles se extienden a otros ecosistemas y amenazan a importantes recursos genéticos forestales. Por ejemplo, en ciertas partes del sureste de Australia, la regeneración de las poblaciones ripícolas de *Eucalyptus camaldulensis* se ve impedida por el ramoneo de brinzales de las ovejas y el ganado mayor. En Vanuatu, la población de *Epule* (norte de Efate) de *Endospermum medulosum* no consigue regenerarse en una mancha residual de bosque tropical de tierras bajas debido al ramoneo de las plantas jóvenes por el ganado mayor, a pesar del deseo expresado por los propietarios de las tierras de conservar la población. En la mayoría de los casos, las medidas físicas no serán suficientes por sí solas y será fundamental consultar y negociar con la población local para conseguir evitar el recorrido del ganado mayor que ocasiona excesivos daños a la regeneración forestal.

### **Regeneración artificial**

En algunos casos puede ser necesario regenerar artificialmente los rodales o ayudar a la regeneración natural mediante plantaciones de enriquecimiento, utilizando semillas locales o plántulas naturales y brinzales. No es posible lógicamente dar una orientación precisa sobre la



mejor forma de llevar a cabo tales operaciones porque las especies y situaciones diferirán sustancialmente. Este tema se discute con mayor detalle en el Volumen 3 en relación con la recolección de semilla para conservación en rodales plantados (Vol. 3, Cap. 3). Algunas directrices de carácter general son las siguientes:

- Recoger la semilla y los brinzales de un número razonable de árboles, preferentemente más de 50, que estén dispersos por el área a regenerar (o en áreas adyacentes de características ambientales similares).
- Recoger cantidades aproximadamente iguales de cada árbol o evitar al menos que unos pocos árboles contribuyan con la mayoría de la semilla. Mantener la semilla separada por árboles durante la recolección y transporte con el fin de conseguir una representación razonable de los árboles semilleros (véase Vol. 3, Cap. 3 para más detalles). A veces los brinzales de cada árbol adulto tienen que propagarse independientemente o sólo mezclarse antes de la plantación.
- Recoger la semilla durante años de floración y fructificación intensa o masiva, favoreciendo así la probabilidad de unos altos niveles de cruzamiento lejano y una mayor representación de los árboles que comprenden la población parental.
- Para especies arbóreas que florecen y fructifican esporádicamente durante todo el año o un período prolongado, recoger las semillas en varias veces para conseguir una mayor representación de los árboles que comprenden la población parental.
- Si hay un gran número de árboles candidatos disponibles para la recolección de semilla, puede ser factible introducir un cierto grado de selección fenotípica y recoger la semilla de los mejores fenotipos, p.ej. mejor forma de tronco, ausencia de fibras en espiral. Esto dependerá, sin embargo, de los objetivos de la estrategia de conservación (véase Vol. 1, Cap. 2).

#### **F. Ordenación posterior el aprovechamiento maderero**

Con frecuencia se necesitan varias medidas tras la explotación para conseguir que el bosque explotado pueda volver a su condición anterior. Tales medidas pueden incluir:

- la revegetación de los cargaderos de trozas
- el cierre de los caminos de explotación para reducir la probabilidad de invasiones humanas
- la evaluación de la masa posterior al aprovechamiento y estudios de regeneración
- medidas suplementarias de regeneración
- claras de liberación (extracción gradual de malezas colonizadoras y especies secundarias iniciales que ahogan o dan sombra a la regeneración de las especies preferidas).

En resumen, se puede realizar un aprovechamiento bien programado y cuidadosamente ejecutado para mantener un equilibrio entre las diversas etapas de sucesión ecológica y permitir la máxima diversidad genética y la conservación de los recursos genéticos de especies arbóreas de diferentes etapas sucesionales.

### **3.3.3 ¿Cómo pueden las operaciones silvícolas incrementar el valor de la madera comercial de un bosque y contribuir a la conservación de sus recursos genéticos forestales?**

#### **Identificación anticipada de los árboles de aprovechamiento final y liberación de la competencia**

La ordenación puede pretender incrementar la producción de las especies valiosas y de los árboles destinados para aprovechamiento final mediante la eliminación, normalmente por envenenamiento o anillado, de árboles no deseados y de competencia. Tales operaciones suelen tener un mínimo impacto negativo sobre la diversidad biológica general: pueden incrementar de hecho la diversidad de las especies de la cubierta de copas al favorecer el desarrollo de las especies madereras preferidas y/o de las elegidas para la conservación *in situ*, que hayan sido reducidas por operaciones anteriores de manejo.

## Recuadro 3.5 Desarrollo de directrices sobre quemas ecológicas

Las asociaciones forestales del estado de Victoria, en Australia, han evolucionado, considerando el fuego como un factor ecológico importante. Las autoridades pertinentes del gobierno están en el proceso de elaboración de un método más integral de gestión del fuego que incluye la realización de quemas para la conservación de la biodiversidad. Se están desarrollando directrices para las quemas ecológicas que comprenderán:

### Principios

- Base ecológica para el uso del fuego en la ordenación de ecosistemas
- Tipo y cantidad mínima de información biológica necesaria como base para un régimen de quemas ecológicas, y en particular:
  - concepto sobre los atributos fundamentales de las distintas especies y deducción de las especies clave de respuesta al fuego
  - escalas adecuadas para la elaboración de cartografía y el seguimiento de la vegetación.
- Concepto del ciclo de los incendios y distribución ideal por edades para una comunidad tipo y su empleo en las curvas de distribución de las épocas de incendios para desarrollar regímenes apropiados de fuegos.
- Base para establecer prioridades de los programas de quemas ecológicas y para el seguimiento de los resultados obtenidos.

### Procesos de planificación

- Pasos fundamentales necesarios para desarrollar un régimen de fuegos de base ecológica para un área, en particular la necesidad de objetivos claramente definidos y acordados, junto con un aporte de información bien estructurado respecto a:
  - atributos vitales y deducción de las especies clave de respuesta al fuego
  - datos históricos de incendios y desarrollo de curvas de distribución por épocas de incendio y ciclos de incendios para tipos determinados de comunidades.
- Relación entre la planificación de la protección contra incendios y la programación de quemas ecológicas y necesidad de reconocer cuándo se pueden lograr objetivos comunes.

### Normas

- Niveles mínimos (cuantía y tipo) de información biológica e historial de los incendios y planificación y seguimiento de la información necesaria para elaborar prescripciones de quemas ecológicas para diversos tipos de vegetación.
- Establecimiento de normas y procedimientos acordados para la recolección y análisis de datos y para el seguimiento de los resultados de las quemas ecológicas.

### Responsabilidades

- Definición clara y acordada sobre las responsabilidades de los diferentes organismos implicados en las quemas ecológicas.

(Adaptado de Friend *et al.* 1999)

Las decisiones sobre qué especies arbóreas elegir para liberarlas de la competencia dependerá sobre todo de dos factores: su valor relativo como especie maderera, lo que puede deducirse por la categoría del canon que se aplica y su respuesta a los diferentes niveles de liberación de la sombra superior y la competencia (tanto por el aprovechamiento como por los tratamientos silvícolas).

### Control y manejo del fuego

Los gestores forestales son cada vez más conscientes de que el fuego (presencia o ausencia, intensidad, frecuencia) es un componente fundamental en el mantenimiento del estado sanitario y la diversidad del ecosistema. Los bosques tropicales húmedos que han sido aclarados por unos malos sistemas de aprovechamiento son muy susceptibles a nuevos daños producidos por incendios y ciclones. Tales bosques necesitan una protección total contra los incendios si han de llegar a ser de nuevo productivos. Los ejemplos corrientes de extensos incendios en el Amazonas demuestran la importancia de tales prácticas (Moreira y Nepstad 2000). La protección contra los incendios debe incluir una serie de medidas activas y pasivas, incluyendo la consulta y educación de la población local, zonas de amortiguación de cortafuegos verdes (que comprendan sobre todo especies valoradas por la población local) y sistemas para su detección y supresión inmediatas. Referencias útiles sobre incendios forestales, incluidos su prevención y control se encuentran en Luke y McArthur (1978), Chandler *et al.* (1983), Pyne *et al.* (1996) y Tolhurst y Cheney (1999).

En muchos tipos de bosques más secos, el fuego es un fenómeno natural frecuente e importante para la regeneración de las especies adaptadas al fuego. La supresión rutinaria del fuego en tales ecosistemas puede tener y con frecuencia tiene consecuencias negativas, como un incendio fortuito natural e incontrolado de gran fuerza que puede quemar grandes áreas contiguas debido a la acumulación de combustible<sup>6</sup> o a la desaparición de especies dependientes del fuego.

La quema controlada o prescrita se puede utilizar para proteger los bosques, incluyendo sus recursos genéticos, contra los daños de fuegos incontrolados o los fuegos de temperaturas muy altas de finales de estación. Un ejemplo es el bosque de teca de Zambia (*Baikiaea plurijuga*), que está situado dentro del conjunto de áreas designadas de Protección contra Incendios (Theilade *et al.* 2001). Los experimentos realizados con quemas controladas demostraron que al quemar en la primera parte de la estación seca (marzo y abril) se reducían los daños ocasionados por los incendios tardíos. En consecuencia, la nueva política consistía en quemar áreas con fuego de baja intensidad en la época en que los árboles están en situación de reposo y cuando la regeneración de *Baikiaea* no se ve afectada negativamente. Otro ejemplo es el del *Eucalyptus crenulata*, especie muy amenazada, en la Reserva Buxton Silver Gum (Jelinek 1991). El régimen original de ordenación había sido proteger la reserva contra los incendios pero esto se ha traducido en la falta de regeneración y en unos árboles adultos inútiles que están infestados con una trepadora



*Alloxyylon branchycarpum*, árbol del bosque húmedo de las Proteaceae de la Provincia Occidental de Papua Nueva Guinea. La madera útil está siendo conservada mediante utilización sostenible por los aldeanos locales. (Maurice McDonald/CSIRO)

<sup>6</sup> Esto sucedió en partes del norte de Australia cuando los aborígenes fueron realojados en misiones y detuvieron su tradicional sistema de quema o agricultura con palos encendidos

parásita (coarse dodder-laurel). En este caso se recomendó realizar en una parte de la reserva una quema controlada<sup>7</sup> de intensidad media a fin de:

- estimular la regeneración de brinzales y tubérculos leñosos y regenerar la cubierta de copas mediante yemas epicórmicas
- extraer la vegetación de malezas competitivas del sotobosque
- matar toda la trepadora parásita y su semilla.

La quema ecológica supone el uso del fuego como instrumento de ordenación ecológica, la conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos forestales. Se están desarrollando en Victoria, Australia (véase el Recuadro 3.5) directrices para las quemas ecológicas. Es evidente que la quema ecológica debe normalmente integrarse con los programas existentes de quemas controladas (cuya principal finalidad es servir como factor de protección). La quema controlada debe ser, en lo posible, una imitación de los incendios naturales, especialmente en cuanto a su época. Para el mantenimiento de la diversidad, el objetivo de la ordenación será crear un mosaico de áreas en diversas etapas de regeneración mediante la quema de diferentes manchas de bosque en diferentes años.

### **3.3.4 ¿Cómo se puede seguir y evaluar fácilmente el impacto de la ordenación sobre los recursos genéticos de un bosque?**

Es necesario realizar una supervisión cuidadosa y el seguimiento de las operaciones forestales para garantizar que se están siguiendo las prácticas de ordenación prescritas y se están logrando los resultados deseados en cuanto a composición de especies y la estructura por clases de edad y niveles de variación genética en las especies arbóreas que constituyen el centro de la ordenación.

Con respecto a la conservación de los recursos genéticos, Namkoong *et al.* (1996, 1997) han propuesto “la conservación de los procesos que mantienen la variación genética” como criterio exclusivo para la sostenibilidad de la ordenación forestal. Estos autores identificaron diferentes indicadores genéticos que son necesarios para la sostenibilidad y dieron dos tipos de verificadores para cada indicador. Los verificadores demográficos (incluidos los ecológicos) requieren diversos estudios de campo, incluyendo estudios de población (número de individuos de las diversas clases de edad o tamaño o reproductivas) y estudios sobre biología y ecología reproductiva. Los verificadores genéticos requerirán con frecuencia estudios con marcadores moleculares, pero pueden incluir también estudios a más largo plazo, en el campo o en invernadero, de los rasgos cuantitativos y adaptables.

Los verificadores demográficos serán probablemente más utilizados por los gestores forestales porque dan una información esencial en relación con sus opciones de ordenación. Además no requieren el acceso a genetistas, técnicos capacitados e instalaciones de laboratorios especializados. Sobre la base de sus recursos y necesidades, los gestores forestales tienen que seleccionar los verificadores demográficos más apropiados<sup>8</sup>. De los proporcionados por Namkoong *et al.* (1996, 1997), los verificadores que se evalúan más fácilmente parecen ser:

- el número de individuos sexualmente maduros
- el cambio con el tiempo de las clases de edad o tamaño

---

<sup>7</sup>La quema prescrita de intensidad media se define como un fuego de intensidad de 500 a 1.000 kW/m., con una velocidad de propagación de 2 a 2,5 m/min., una altura máxima de llama de 2 m., y una altura máxima abrasada de 10 m.

<sup>8</sup>Para un mayor conocimiento e información adicional sobre indicadores y verificadores de conservación de la diversidad genética forestal en la ordenación forestal sostenible, se recomienda a los lectores acudir a Namkoong *et al.* (1996), Lindgren *et al.* (1996), Stork *et al.* (1997) y Boyle (1999).

- la germinación de la semilla (ensayos de viabilidad que pueden dar una indicación del incremento del intracruzamiento).

Una medida clave del éxito reproductivo y ecológico es la incorporación o progresión de diferentes clases de edad, especialmente de regeneración. El análisis de la distribución por clases de tamaño es un método simple y seguro para seguir el estado de una población de árboles forestales (Peters 1996). Tales análisis requieren un seguimiento periódico y la comparación con estudios anteriores del mismo rodal y de poblaciones próximas u otras poblaciones de referencia de la misma especie. Se recomienda firmemente que los gestores forestales estudien atentamente los procesos de regeneración de las especies elegidas para ordenación activa, identificando aquellas condiciones ambientales y otros factores necesarios para una buena regeneración y garantizando que se seguirán cumpliendo. La falta de una regeneración adecuada y vigorosa en condiciones ambientales apropiadas es un indicador evidente de que algo va mal y requiere un estudio más profundo y posiblemente una revisión del sistema de ordenación actual.

Los datos recogidos de carácter demográfico, genético y ecológico, tienen que ser examinados, debiendo determinarse si cualquiera de los cambios observados están dentro de unos límites aceptables, forman parte de un ciclo natural o si se tienen que modificar los sistemas de ordenación para conseguir mejor la conservación de los recursos genéticos de las especies ordenadas. Esta revisión y análisis se realizan mejor con la contribución y asesoramiento de un genetista forestal especializado.

Se pueden utilizar los siguientes procedimientos para determinar la sostenibilidad de la ordenación en cuanto a la conservación de los recursos genéticos:

#### **Paso 1º**

Se registran y cartografían los tipos de intervención dentro de la unidad de ordenación forestal (UOF).

#### **Paso 2º**

Con el asesoramiento de ecólogos forestales, se identifican aquellas especies que pueden ser más susceptibles a los impactos negativos de las intervenciones que están teniendo lugar en la UOF. Estas especies deben identificarse sobre una base regional para facilitar la comparación entre UOFs.

#### **Paso 3º**

Se evalúan las especies más susceptibles para cada intervención, utilizando inicialmente verificadores demográficos y seguidamente verificadores genéticos si se requiere una mayor precisión.

#### **Paso 4º**

La información procedente de los pasos anteriores se combina para obtener una evaluación general de la sostenibilidad. Incluso aunque existan árboles juveniles de las especies elegidas, el ordenador puede necesitar considerar una posible falta de sostenibilidad asociada con:

- Un cambio direccional: ¿tiene lugar una selección, p.ej. en favor de los árboles con troncos de mala forma, floración prematura u otros caracteres?
- Tamaño de la población: ¿se basa la nueva generación en la progenie de sólo unos pocos árboles?
- Migración: ¿se dispersa (todavía) el polen y/o la semilla sobre un área grande o la ordenación se traduce en una restricción severa del flujo de genes?
- Sistema reproductivo: ¿producen todavía los árboles semilla viable?

#### **Paso 5º**

Si la conclusión en el Paso 4º resulta insostenible para cualquier especie, se debe adoptar un sistema modificado y un seguimiento más intenso.

## 3.4 Ordenación de productos forestales no maderables (PFNMs)

Los productos forestales no maderables (PFNMs) han sido definidos como bienes de origen biológico distintos de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos boscosos y de árboles fuera del bosque (FAO 1999). Éstos incluyen una gran variedad de productos, p.ej. plantas para fines alimenticios y medicinales, hongos, fibras, tintes, gomas y resinas, caucho, bambúes y ratanes, forraje animal y otras necesidades. El aprovechamiento de los PFNMs puede fortalecer la ordenación sostenible y la conservación de los recursos genéticos forestales mediante la provisión de beneficios directos para la población que vive en el bosque o en sus proximidades (FAO 1993). Sin embargo, los problemas implicados son complejos, incluyendo con frecuencia consideraciones socioeconómicas y ecológicas muy diversas y los impactos y resultados varían consecuentemente (véase Nepstad y Schwartzman 1992; Peters 1996; de Jong 1999; Wilkie 1999).

Cuando la población local realiza de forma bien programada y cuidadosamente integrada, los aprovechamientos tradicionales de los PFNMs suelen ser compatibles con la ordenación del bosque para la producción de madera y la conservación de los recursos genéticos forestales, y viceversa. Por ejemplo, en la Reserva Forestal de Sinharaja, en Sri Lanka, los PFNMs recolectados más popularmente (especies de *Calamus/ratanes*, *Caryota urens*/palmera kithul, utilizada para la producción de almíbar de la savia, el cardomomo silvestre y una hierba medicinal, la *Coscinium fenestratum*) todos se dan mejor en un bosque aprovechado por entresaca para madera, que en un bosque sin perturbar donde suelen estar ausentes o muestran un escaso desarrollo (Gunatilleke *et al.* 1995). Hay, sin embargo, excepciones, como p.ej. la resinación de especies madereras comerciales importantes, incluidos muchos dipterocarpos del SE de Asia (Shiva y Jantan 1998) y *Agathis macrophylla* en Fiji, puede debilitar considerablemente o causar la muerte de los árboles. Por ello, la resinación se ha prohibido en algunos países. En Camerún varias especies localizadas de alto valor maderero (*Baillonella toxisperma*, *Milicia excelsa* y *Pterocarpus soyauxii*) son también fuentes importantes de PFNMs valiosos e insustituibles. Como estas especies pueden agotarse intensamente debido al aprovechamiento de madera, existe un gran conflicto entre su utilización para madera y su potencial para proporcionar PFNMs (Laird 1999).

Además, la extracción de PPFNMs y otros productos leñosos no maderables puede tener importantes impactos ecológicos, incluyendo consecuencias negativas para los recursos genéticos forestales. Tales situaciones implican normalmente la extracción comercial, incluyendo la exportación a zonas remotas del área de producción, en lugar de los usos de subsistencia tradicionales. La sobreexplotación puede estar asociada con la identificación de nuevas medicinas, p.ej. el taxol y la taxina del *Taxus baccata* (tejo del Himalaya) (Sharma 1999), o con nuevos mercados para los PFNMs tradicionales, p.ej. la yohimbina procedente de la *Pausinystalia johimbe* (yohimbe) (Sunderland *et al.* 1999). Las reducciones del área de bosque y las reducciones consiguientes en la disponibilidad y acceso a los PFNMs tradicionales, junto con la presión humana en aumento, son factores frecuentemente asociados con las tasas insostenibles de extracción de PFNMs.

Las amenazas a los recursos genéticos forestales asociadas con la utilización de los PFNMs pueden desarrollarse con mucha rapidez. En el sudeste de Asia, árboles del género *Aquilaria* (madera de águila o madera de aloe) pueden producir pequeñas bolsas de duramen muy aromático que tiene un gran precio para incienso y medicinas tradicionales, y que llegan a valer hasta varios cientos de \$EUA por kg. Las poblaciones de ocho especies de *Aquilaria* han disminuido ya hasta el punto en que se consideran amenazadas y están incluidas en la Lista Roja 2000 de la UICN. De éstas, seis especies se consideran en riesgo por la sobreexplotación. Con la situación actual de fuerte agotamiento de los recursos de *Aquilaria* en los países originarios tradicionales, como Tailandia, Malasia e Indonesia, los compradores han elegido Papua Nueva Guinea como nueva fuente de suministro. A finales de los años 90, los comerciantes establecieron

## Recuadro 3.6 Producción sostenible y conservación *in situ* de la *Euterpe edulis* (árbol del palmito)

El palmito es el brote comestible o médula de varias palmeras del género *Euterpe* (Arecaceae). La *E. edulis* Martius se da naturalmente en el sotobosque de los bosques tropicales húmedos del sur de Brasil y fue la base original de la industria brasileña del Palmito. Se ha agotado en gran parte por la corta incontrolada y la industria depende actualmente de las especies amazónicas, *E. oleracea*. *E. edulis* que parecen tener un alto potencial para la ordenación y producción de rendimiento sostenible de palmito en sus hábitats naturales. Algunas de sus características favorables incluyen:

1. Distribución natural muy extensa: desde los 15 a los 30°S en el sur y sureste de Brasil. Se encuentra también en Argentina y Paraguay.
2. Puede desarrollarse en rodales densos: en sus rodales naturales puede crecer con grandes densidades, incluyendo un banco de brinzales de 12.000 a 15.000 plantas/ha., población de individuos que responden a la explotación de 600/ha., y a una población de 50 a 60 plantas adultas reproductivas/ha.
3. Valor económico importante y de fácil explotación: hay un gran mercado para el palmito tanto dentro como fuera de Brasil. El palmito de la *E. edulis* obtiene unos precios mucho más elevados que cualquier otro en el mercado interno brasileño y por ello no está disponible para la exportación. El palmito lo pueden extraer y procesar pequeñas comunidades rurales con una tecnología de bajos insumos..
4. Producción abundante de semilla: los rodales naturales sin explotar producen unos 35 kg. de frutos o 350.000 semillas/ha. al año, lo que es más que suficiente para la regeneración natural de la especie.
5. El aprovechamiento y regeneración son benignos desde el punto de vista ambiental: la *E. edulis* requiere sombra durante la fase juvenil. Consecuentemente, su regeneración no requiere de claros en las copas del bosque. El aprovechamiento de troncos rectos ocasiona un daño mínimo a las otras plantas.
6. Compatibilidad entre la generación de ingresos y la conservación: si se ordena de forma sostenible y especialmente si se reintroduce de forma activa en los bosques secundarios, donde se encuentran los mayores niveles de productividad, su cultivo representa una alternativa económica viable para los propietarios de tierras. Con tasas de descuento reducidas, se ha encontrado que la extracción ordenada es más atractiva que la extracción actual sin ordenar (Orlande *et al.* 1996). La especie tiene características biológicas que le permiten contribuir a una recuperación más rápida de estos bosques.
7. Valor para la fauna silvestre: sus frutos los comen los mamíferos, reptiles y aves, los que, a su vez, ayudan a su dispersión.

### Variación genética y biología reproductiva

Los estudios de isozimas sobre diversidad genética intraespecífica indican unos altos niveles de diversidad incluyendo un elevado número de alelos por locus (promedio 3,9) y unos altos niveles de heterocigosidad (tanto de las progenies de brinzales:  $H_e=0,436$  y  $H_o=0,403$ , como de las plantas maduras:  $H_e=0,452$  y  $H_o=0,467$ ). Estos estudios detectaron una divergencia genética limitada en alozimas entre poblaciones. Sin embargo, no hay estudios sobre variación en rasgos cuantitativos y dada la extensa superficie de distribución es probable que exista una diferenciación genética sustancial en los rasgos adaptables (véase la discusión del Vol. 1, Cap. 2).

Una pronunciada dicogamia en la inflorescencia y en la polinización por insectos contribuye a altas tasas de cruzamiento lejano. Las estimaciones de flujo genético eran elevadas e implicaban una población efectiva/unidad panmíctica de 67 individuos. El mantenimiento de un promedio de  $\geq 60$  Individuos reproductivos/ha. en poblaciones

*continua*

ordenadas ayudará a mantener unos altos niveles de heterozigosidad y asegurar la conservación *in situ* de la especie y de su diversidad genética.

### **Conservación *in situ***

La falta de conocimientos sobre diferenciación genética en rasgos importantes adaptables sugiere que hay que conservar poblaciones representativas procedentes de todo su ámbito, incluyendo las poblaciones aisladas. Será conveniente un método genecológico para identificar las necesidades de conservación en cuanto a poblaciones, dentro del ámbito natural de distribución (véase Cap. 2, y la discusión más detallada en el Vol. 1, Cap. 3).

Es conveniente contar con reservas bastante amplias para garantizar el mantenimiento de su fauna asociada (especialmente polinizadores y dispersores de semilla).

Aunque la situación actual sigue siendo de extracción ilegal y explotación excesiva en muchas partes de su ámbito natural, existe actualmente una buena base de conocimientos para que la producción de palmito se lleve a cabo de forma sostenible por las pequeñas comunidades rurales de su ámbito natural, garantizando con ello la conservación *in situ* de la especie y de sus ecosistemas asociados.

(Basado en la información proporcionada por Ademir Reis y Maurício Sedrez dos Reis, Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais, Universidad Federal de Sta. Catarina, Florianopolis, Brasil).

operaciones de aprovechamiento de la madera de águila (*A. filaria*) en las provincias de Sandaun y este de Sepik de Papua Nueva Guinea. La especie se está utilizando actualmente de forma incontrolada, frecuentemente ilegal e insostenible. Los altos precios que se pagan por la madera de gran calidad y por el aceite esencial producido a partir de ella, han estimulado en la práctica la corta excesiva e indiscriminada de árboles enfermos y sanos, planteando con ello una amenaza muy real a las poblaciones de PNGs de *A. filaria*.

Los impactos genéticos del aprovechamiento de PFNMs han sido analizados por Peters (1996) Namkoong *et al.* (1997) y Boyle (1999). En casos en que se aprovechan las plantas enteras, los efectos de la disminución del tamaño de la población pueden ser genéticamente importantes. De un pequeño número de especies singularmente valiosas, se han perdido ya poblaciones enteras o se han agotado gravemente, debido a la sobreexplotación de PFNMs. Como ejemplos, se incluyen la palmera aquaje de Perú (Vasquez y Gentry 1989), especies de madera de sándalo del Pacífico Suroeste (Corrigan *et al.* 1999a; Tuisese *et al.* 2000) y especies de ratán en partes del sudeste de Asia (Dransfield 1989).

El aprovechamiento de las estructuras reproductivas –flores, frutos y semillas- reducirán directamente el tamaño efectivo del conjunto de padres reproductores, reduciéndose la diversidad genética de las generaciones siguientes. En situaciones de aprovechamiento muy intensivo de frutos y semillas de árboles los impactos genéticos pueden ser graves (p.ej. el aprovechamiento de los frutos de *Phyllanthus emblica* en la zona meridional de la India (Murali *et al.* 1996). El aprovechamiento comercial selectivo de frutos, nueces y semillas oleaginosas puede afectar también negativamente a la composición genética de las especies arbóreas y poblaciones que se utilizan (Peters 1990, 1996). En tales casos, el aprovechamiento sobre todo de los mejores genotipos en cuanto a frutos, puede traducirse en una población dominada por árboles de valor económico marginal con el consiguiente menor valor como recurso genético. Naturalmente, en casos en que se está aprovechando de manera regular una alta proporción de flores y/o frutos de una especie en particular, el impacto más importante a largo plazo, de carácter ecológico y genético, consistirá en la reducción de la regeneración y de la incorporación de brinzales, lo que posiblemente lleve a la extinción final de la población.

Un método de ordenación y utilización de los productos forestales no maderables de la Amazonia Brasileña ha sido el establecimiento de reservas extractivas específicas. Tales reservas



son gestionadas por las comunidades locales que dependen del bosque como componente importante de su sustento. Se había previsto que su establecimiento se traduciría en la ordenación sostenible de los recursos naturales de la reserva, p.ej. el caucho (*Hevea brasiliensis*) o las nueces de Brasil (*Bertholletia excelsa*), con la conservación consecuente de los recursos genéticos forestales y de la diversidad biológica. Sin embargo, tales artículos de exportación son muy susceptibles a las fuerzas externas del mercado. Cuando el precio del caucho natural se redujo más de la mitad en los años 90, la producción de los bosques del Amazonas se desplomó (Assies 1997). En tiempos más recientes, la competencia de fuentes más baratas del bosque húmedo boliviano, ha contribuido a una fuerte disminución de la exportación de las nueces sin cáscara de Brasil, procedentes de este país (Assies 1999). Peters (1992) ha sugerido que cuando el objetivo sea la extracción de PFMNs orientada al mercado, sería mejor concentrar tales actividades en bosques tropicales dominados solamente por una o dos especies útiles (bosques oligárquicos), en lugar de hacerlo en ecosistemas ricos en especies, y da una serie de ejemplos sobre todo de especies de palmeras, procedentes de la Amazonia (véase el Recuadro 3.6, estudio de caso de la *Euterpe edulis*).

De lo anterior y de otros muchos ejemplos pueden extraerse una serie de lecciones en relación con la extracción de productos forestales no maderables de los bosques de uso múltiple:

1. Participación local: la utilización de PFMNs de áreas forestales tiene que ser negociada con las poblaciones locales a través de un proceso participativo de consultas (véase también Vol. 1, Cap. 5). Esto incluirá la determinación de qué productos se permite extraer (incluyendo quién, cuándo, cómo y qué cantidad) y aquéllos que se debe proteger. Es necesario promover activamente prácticas de ordenación sostenible entre los grupos de usuarios y hacer cumplir estrictamente las medidas acordadas de conservación.
2. Centrarse en los PFMNs que pueden producirse sobre una base sostenible en los bosques nativos, i.e. productos que no requieren la destrucción de toda la planta, de órganos vitales (como la corteza y las yemas apicales de las palmeras monopódicas) o la sobreexplotación de las estructuras reproductivas. Es necesario realizar su seguimiento para garantizar que los niveles de aprovechamiento son sostenibles, utilizando un método de aproximaciones sucesivas como el elaborado en Peters (1996).
3. Centrarse en diversos PFMNs para uso local: para un área determinada de bosque la utilización más sostenible de PFMNs es probable que incluya el aprovechamiento tradicional, quizás con alguna intensificación para la venta local, de una amplia variedad de productos procedentes de muchas especies.
4. Para la utilización de PFMNs orientada al mercado, centrarse en las especies que pueden producirse y ordenarse con mayor eficiencia en los bosques naturales: las características biológicas que contribuyen a hacer más fácil y sostenible la ordenación de las especies arbóreas en los bosques nativos, se detallan en Peters (1996). Hay que tener en cuenta que estas mismas características harán a las especies forestales más manejables y atractivas para la domesticación y el desarrollo de plantaciones comerciales. La utilización de PFMNs procedentes de los bosques naturales que está basada en especies fáciles de ordenar puede suplementarse en definitiva o incluso sobrepasarse por los procedentes de recursos de plantaciones, a menos que las primeras tengan una ventaja comparativa, p.ej. la palmera Nipa que se está adaptando a estaciones muy específicas y que se da naturalmente en rodales densos y casi monoespecíficos.
5. Aplicar medidas de seguimiento y ordenación para garantizar la sostenibilidad, i.e. para incrementar, o al menos mantener, la densidad de PFMNs seleccionados. Esto se aplica tanto a las especies maderables como a los PFMNs y tales actividades deben incluir y orientarse a áreas forestales próximas a los grupos usuarios.

Peters (1994) ha enumerado seis pasos necesarios para la sostenibilidad de la utilización de PFMNs, que incluyen la selección de especies, el inventario forestal, los estudios de crecimientos,

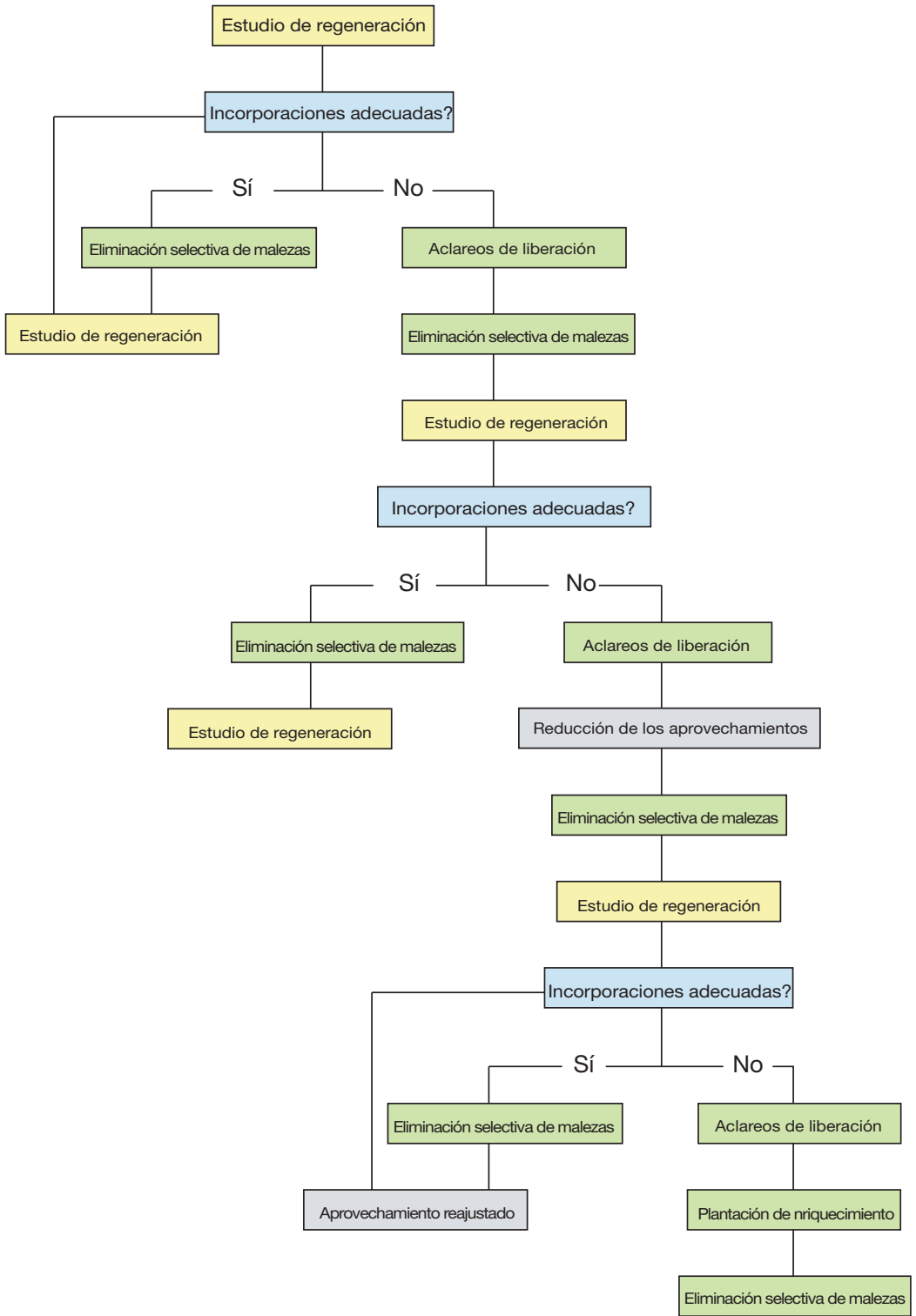
los estudios de regeneración, la evaluación de los aprovechamientos y la corrección de éstos y da detalles sobre cada uno de estos pasos (Fig. 3.1). Las tres principales intervenciones activas son la plantación de enriquecimiento, el desbroce selectivo y las claras de liberación. Tales actividades suele practicarlas tradicionalmente, con alcance variable, la población local que participa en la ordenación de los PFMNs, pero con frecuencia de forma oportunista y, según parece, fortuita.

Para un tratamiento más completo de los principios y métodos generales de ordenación y utilización sostenible de los productos forestales no maderables, el lector puede acudir a FAO (1995) y Peters (1994, 1996).

### **3.5 Restauración y restablecimiento del bosque**

Se están realizando cada vez más esfuerzos para restablecer los terrenos degradados en diversas partes del mundo. Con frecuencia, el objetivo preliminar es volver a establecer la cubierta arbórea para fines ambientales, especialmente para controlar la erosión del suelo y proteger las cuencas hidrográficas. En muchas situaciones, una vez que se han establecido los árboles y se ha restaurado la capacidad productiva del suelo, existe la posibilidad de aprovechar sosteniblemente, de tales áreas, una variedad de productos forestales maderables y no maderables. Hay una razón especialmente importante para utilizar especies arbóreas locales o indígenas en tales circunstancias. En primer lugar, están adaptadas a las condiciones ambientales dominantes y, en segundo término, son bien conocidas por las poblaciones humanas locales que pueden hacer uso de ellas con más facilidad. Un beneficio adicional es que pueden contribuir a la conservación de la diversidad biológica y, si se utiliza material genético local, también a la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales. Lamentablemente, en el pasado una serie de proyectos de “regeneración vegetal” han dado escasa atención a la fuente de los materiales de plantación utilizados y a sus exigencias biológicas y han fracasado por la mala elección de las especies. El uso de fuentes de semilla no locales de especies indígenas puede traducirse en la contaminación del caudal genético de poblaciones próximas.

En los Recuadros 3.7 y 3.8 se dan, respectivamente, algunos ejemplos de regeneración natural asistida y de restauración de ecosistema degradados, considerando la fuente del material genético y utilizando especies nativas o indígenas.



**Fig. 3.1.** Secuencia propuesta de las operaciones silvícolas para favorecer la regeneración y la productividad de recursos forestales tropicales no maderables

### Recuadro 3.7 **Regeneración natural asistida: método de reforestación eficaz en cuanto al costo, con conservación de los recursos genéticos forestales locales**

En muchos casos, la política y práctica de protección y ayuda a la regeneración existente o la regeneración natural asistida (RNA) puede ser el método más eficaz en cuanto al costo. Tales sistemas silvícolas se han utilizado en Europa durante cierto tiempo y se han aplicado más recientemente a los bosques tropicales.

La RNA es un método de reforestación promovido en Filipinas. Con ello, se explotan los procesos naturales de recuperación de la vegetación mediante sistemas intensivos de protección, se facilita el desarrollo de las especies maderables existentes mediante cortas de liberación y evitando la capa herbácea, pudiendo incluir algunas plantaciones de enriquecimiento (especialmente de las especies más deseadas). La RNA ha demostrado ser un buen método de reforestación tanto por su eficacia en costos como desde el punto de vista ecológico, especialmente para los bosques de protección, habiendo sido reconocido y promovido por el Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En un estudio realizado en Bamban, Tarlac, se encontró que el costo de reforestación mediante RNA era un 62% menor que el de la reforestación convencional (Guillermo 1992). Un método fuertemente participativo, con inclusión de la población local en la planificación y ejecución de la RNA, es fundamental para el éxito de tales programas.

Ejemplos de cómo puede contribuir la RNA a la conservación de los recursos genéticos forestales son los siguientes:

1. Samoa: una combinación de aprovechamiento intensivo de madera seguida por unos ciclones devastadores a principios de los años 90 dejaron los bosques de las tierras bajas de Samoa en condiciones fuertemente degradadas cuya recuperación natural será un proceso lento y dudoso. Las investigaciones realizadas por la Dirección Forestal han demostrado que la extracción regular de parras y trepadoras que sobrepasan la vegetación, pueden liberar el desarrollo de árboles secundarios y favorecer la sucesión del bosque. Esta técnica tiene un gran potencial en bosques degradados que contienen una gran concentración de madera comercial importante, la tava o lychee del Pacífico (*Pometia pinnata*).

2. Níger, zona saheliana de África occidental: el Proyecto de Desarrollo Integrado de Maradi (SIM Internacional) ha estimulado a los agricultores a proteger la regeneración en monte bajo de los árboles indígenas reteniendo por lo menos tres brotes de cada árbol de regeneración cuando se desmontan los campos para la plantación de mijo. Esto ha originado una buena recuperación de la cubierta arbórea (varios millones de árboles) en grandes áreas del distrito, incluyendo poblaciones de importantes recursos genéticos forestales, como la *Faidherbia albida*. Los pies sobrantes se cortan para utilizarlos o para la venta como pequeños postes y leña. Hay que señalar que el restablecimiento de la cubierta arbolada mediante brinzales plantados es técnicamente difícil en el Sahel y con frecuencia sobrepasa los recursos de los agricultores pobres.



*Regeneración natural asistida por los agricultores en el Proyecto de Desarrollo Integrado de Maradi, Níger. (Tony Rinaudo/SIM)*

*continua*

3. Plantaciones de pino Chir en Nepal: en el caso de tierras fuertemente degradadas, incluyendo laderas desnudas y pedregosas y algunas praderas de *imperata*, puede ser necesario plantar especies colonizadoras o próximas en la sucesión, como *Acacia*, *Casuarina*, *Eucalyptus* y *Pinus* para recuperar tales estaciones. En Nepal, el pino Chir indígena (*Pinus roxburghii*) se ha utilizado para este fin en el Proyecto Forestal Nepal/Australia. Después de algunos años, varias especies frondosas indígenas comenzaron a aparecer espontáneamente dentro de estas plantaciones, en respuesta a la protección física y al cambio del microclima gracias a los rodales de pino. Las especies frondosas son muy estimadas por la población local para la provisión de una amplia variedad de productos, especialmente forraje para los animales, constituyendo valiosos recursos genéticos forestales de carácter local. Se ha comprobado que es muy difícil establecer directamente estas especies en estaciones degradadas y áridas.

## Recuadro 3.8 Restauración de ecosistemas forestales degradados del norte de Tailandia

Los bosques del norte de Tailandia constituyen uno de los recursos naturales más importantes del Reino, protegiendo las grandes cuencas hidrográficas de montaña que vierten sus aguas en el río Chao Phraya, y que proporcionan agua para regar los arrozales de las llanuras centrales y para la capital de la nación, Bangkok. Los aldeanos locales dependen de estos bosques en cuanto a diversos productos, incluyendo leña, bambú, frutos comestibles, hongos, plantas medicinales y miel, para atender sus necesidades básicas. Constituyen el hábitat de 150 mamíferos, 383 aves y como mínimo 3.450 plantas vasculares, incluyendo 1.116 especies arbóreas.

A pesar de su importancia, estos bosques han sido extensamente degradados o destruidos en años recientes. Las consecuencias de la deforestación son particularmente graves en el norte montañoso. A medida que se erosionan las cuencas hidrográficas, se producen riadas durante la estación lluviosa, los cauces se secan en la estación seca y los ríos se colman de sedimentos. La pobreza rural aumenta cuando los aldeanos tienen que comprar en el mercado productos que anteriormente recogían de los bosques. Los grandes mamíferos como elefantes, tigres, osos y ganado silvestre han desaparecido y las poblaciones de animales pequeños como los gibones y búceros se han reducido y fragmentado mucho.

Desde 1993, la población tailandesa se ha involucrado en proyectos de plantación de árboles con el fin de restaurar los bosques de la nación. Sin embargo, el éxito de tales proyectos es limitado por la falta de experiencia y conocimientos respecto a la propagación y establecimiento de árboles forestales nativos.



*Regeneración del bosque tropical por FORRU utilizando el método de especies arbóreas en el Parque Nacional Doi Inthanon, en el Norte de Tailandia.  
(Lex Thomson/FORGENMAP)*

*continua*

### **La Unidad de Investigación de Restauración Forestal y las Especies Estructurales (FORRU)**

En 1994 se estableció el FORRU para investigar los aspectos técnicos de la plantación de árboles en el Norte de Tailandia. FORRU es una iniciativa conjunta de la Universidad de Chiang Mai (CMU) y el Parque Nacional de Doi Suthep-Pui (parte de la Dirección Forestal Real). La unidad principal comprende un vivero de árboles de investigación y la Oficina en la Sede del Parque Nacional. Además, la unidad ha establecido un vivero comunitario de árboles y parcelas demostrativas en Ban Mae Sa Mai, que es una aldea de la tribu de montaña Hmong en el norte del parque nacional. La finalidad de la unidad es desarrollar métodos eficaces para complementar y acelerar la regeneración del bosque natural en estaciones deforestadas dentro de las áreas de conservación, para incrementar la biodiversidad y proteger las cuencas hidrográficas.

La prioridad inicial de FORRU fue recoger datos ecológicos básicos sobre el gran número de especies arbóreas que se desarrollan en el norte de Tailandia: esta información habría de utilizarse para determinar cuáles podrían ser útiles para restaurar los ecosistemas forestales deteriorados. Con más de 600 especies arbóreas existentes en Doi Suthep, fue difícil adoptar decisiones razonables sobre qué especies arbóreas utilizar en los proyectos de restauración forestal, aparte de unas pocas conocidas valiosas comercialmente. Se decidió emplear el método de restauración forestal basado en las especies estructurales. Este método se desarrolló primero en Queensland, Australia, donde se encontró que la plantación de 20 a 30 especies “estructurales” cuidadosamente elegidas se traducía en un bosque de regeneración rápida, que acumuló hasta 80 especies de árboles después de 6 a 10 años (Goosem y Tucker 1995; Lamb *et al.* 1997; Tucker y Murphy 1997). Las especies estructurales son de crecimiento rápido, con copas de sombra densa que rápidamente eliminan las malezas competitivas y que son atractivas para la fauna dispersora de la semilla, especialmente murciélagos y aves.

Las especies estructurales deben propagarse también con facilidad. Consecuentemente, FORRU recogió e hizo germinar semillas del mayor número posible de especies y desarrolló criterios para evaluar su potencial para la restauración de ecosistemas forestales deteriorados.

### **Investigación sobre la producción, recolección y germinación de semilla**

Para determinar cuándo pueden recogerse las semillas maduras, los investigadores de FORRU registraron cada 3 semanas y durante 4 años la abundancia de flores y frutos de 94 especies arbóreas nativas en los bosques de Doi Suthep. Los datos sobre las características de los frutos y semillas de las diferentes especies se han introducido en una base de datos informatizada para ayudar a identificar las especies y conseguir pistas sobre sus mecanismos de dispersión. Algunas tienen una mayor probabilidad de atraer a la fauna a las estaciones plantadas por lo que es importante considerar las características del fruto y la semilla entre los criterios empleados para seleccionar las especies arbóreas para plantación.

Se están realizando investigaciones para identificar los árboles-padre superiores para la recolección de semilla. Sin embargo, el mantenimiento de la diversidad genética y de la integridad de la estructura de la población local, es un elemento fundamental de cualquier programa de plantación forestal con objetivos de conservación. Por ello, en colaboración con el Horticulture Research International del RU, se está evaluando la variación genética dentro de las especies arbóreas seleccionadas a fin de garantizar que se mantiene la variación genética entre los brinzales producidos para plantación.

Se han realizado ensayos de germinación de semilla de unas 400 especies arbóreas para obtener datos básicos sobre tasas de germinación, latencia y pretratamientos eficaces. Los resultados permiten a los gestores de los viveros estimar cuántas semillas hay que sembrar para la producción de un número dado de brinzales. Inicialmente, los experimentos compararon la germinación de la semilla con sombra parcial (similar a los claros deforestados) y con sombra densa (similar a la existente bajo la cubierta del bosque). Estos ensayos indicaron que muchas de las especies de árboles forestales denominadas primarias o climáticas podían germinar y desarrollarse bien en condiciones soleadas y tenían un buen potencial para la restauración forestal.

*continua*

### **Crecimiento de los brinzales en el vivero**

La producción de una extensa variedad de especies de árboles nativos para la restauración del bosque se dificulta con los problemas de programación en el vivero. Las diferentes especies producen semillas en épocas distintas del año y tienen diferentes tasas de crecimiento de los brinzales, mientras que todos los árboles deben alcanzar un tamaño apropiado para la estación de plantación en junio. Las investigaciones sobre las tasas de desarrollo de los brinzales están ayudando a desarrollar programas de producción que permitirán a los gestores de los viveros planificar mejor sus operaciones.

### **Experimentos de plantación de árboles**

FORRU ha establecido ensayos experimentales de campo en la cuenca superior degradada situada sobre Ban Mae Sa Mai. Estos ensayos tienen tres objetivos principales:

- evaluar el comportamiento relativo de las diferentes especies arbóreas
- determinar los tratamientos más apropiados para favorecer el comportamiento de los árboles
- evaluar si la plantación de árboles favorece el retorno de la biodiversidad en las áreas degradadas.

Las parcelas se plantan con 20 a 30 especies diferentes de árboles y a continuación se someten a diferentes tratamientos, incluyendo la aplicación de fertilizantes, el deshierbe y la protección con estiércol y paja. Además, los árboles se plantan con diferentes densidades y los brinzales, producidos mediante el uso de diferentes métodos de vivero, se comparan con las plántulas naturales. Además, se vigila el atractivo de los árboles plantados para las aves que dispersan la semilla, y también la diversidad de especies de la flora existente en el terreno y el establecimiento y comportamiento subsiguiente de los brinzales de árboles espontáneos. Estos experimentos han identificado varias especies arbóreas excelentes para la restauración del bosque, incluyendo *Erythrina subumbrans*, *Ficus altissima*, *F. microcarpa*, *F. subulata*, *Gmelina arborea*, *Hovenia dulcis*, *Melia toosendan*, *Prunus cerasoides*, *Sapindus rarak* y *Spondias axillaris*.

### **Trabajo con una comunidad local**

FORRU pretende dar asesoramiento técnico a todos los que deseen restaurar los bosques de Tailandia. Una de las comunidades es la de Ban Mae Sa Mai cuyos aldeanos deseaban restaurar el bosque en los terrenos agrícolas abandonados para proteger la cuenca hidrográfica y celebrar el quincuagésimo aniversario del Rey. Sin embargo, sus intentos iniciales de plantación de árboles fueron desalentadores, de tal modo que la sede del Parque Nacional de Doi Suthep-Pui en 1996 pidió a FORRU personal para dar asistencia técnica a los aldeanos. El vivero forestal de la comunidad de Ban Mae Sa Mai produce actualmente la mayoría de los árboles necesarios para las actividades de plantación de árboles de los aldeanos y para algunas parcelas experimentales. También se utiliza para comprobar la viabilidad de las notas técnicas desarrolladas en el vivero de investigación de FORRU dentro de una comunidad local. Se ha convertido también en un punto central para el grupo de conservación de la aldea que organiza la plantación de árboles, la apertura de cortafuegos y la provisión de personal para los observatorios de incendios para proteger las áreas plantadas.

### **Participación y difusión de resultados**

Además de recibir muchas visitas de una extensa variedad de diferentes organizaciones a lo largo del año, FORRU organiza talleres para compartir la información generada por el proyecto, habiendo producido varios documentos y publicaciones (Elliot *et al.* 1997, 1998).

(Basado en la información proporcionada por el Dr. Stephen Elliot, Herbarium, Universidad de Chiang Mai)



# LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y SU PAPEL EN LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

por Lex Thomson e Ida Theilade

## 4.1 Introducción

Las áreas protegidas son “áreas especialmente dedicadas a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos culturales asociados, y ordenadas bajo medidas legales u otras de carácter efectivo” (UICN 1994). Estas áreas comprenden diversas situaciones que van desde áreas de recursos ordenados, cuencas hidrográficas protegidas, parques nacionales y reservas estrictamente protegidas, hasta bosques sagrados.

A nivel mundial se han establecido alrededor de 30.350 áreas protegidas, que comprenden el 8,8% de la superficie terrestre mundial (UICN 1998). Estas cifras parecen impresionantes pero probablemente sobrestiman la extensión de los ecosistemas forestales y recursos genéticos forestales que se están conservando en las áreas protegidas. Un estudio reciente de 10 países en desarrollo con grandes recursos forestales ha determinado que sólo el 1% de las áreas forestales protegidas están seguras, más del 20% sufren degradación y el 60% están actualmente seguras pero tendrán probablemente amenazas en un futuro próximo (Dudley y Stolton 1999). Las amenazas a las áreas protegidas son diversas e incluyen la agricultura y el sobrepastoreo, operaciones forestales ilegales, cacería ilegal, extracción ilegal de plantas, invasión por asentamientos humanos, minería, incendios, contaminación y cambio climático y especies invasoras. Las operaciones invasoras ilegales son responsables de la extracción de especies arbóreas valiosas y ocasionan el empobrecimiento general de la ecología de muchas áreas protegidas. La WWF ha aportado pruebas de explotaciones ilegales en más de 70 países, incluyendo muchas operaciones en áreas protegidas que han sido especialmente elegidas (Carey *et al.* 2000).

Las reservas establecidas en el marco de instrumentos internacionales incluyen las Áreas del Patrimonio Mundial, destinadas bajo el Convenio de 1972 para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural y la Red Mundial de las Reservas de la Biosfera, que funciona dentro del marco del Programa el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO. Tanto las Áreas del Patrimonio Mundial como las Reservas de la Biosfera se proponen para el reconocimiento internacional por los países en que están situadas. Los propios países son responsables de la protección y ordenación de las reservas dentro de sus disposiciones nacionales legales y administrativas.

La contribución de las áreas protegidas al mantenimiento de la diversidad biológica y los recursos genéticos depende mucho de las siguientes condiciones (MacKinnon *et al.* 1986; Boyle y Sawyer 1995):

- Una distribución óptima por todo el medio natural, con áreas protegidas enlazadas por corredores de vegetación y otros elementos de conservación como los bosques ordenados.
- Dimensión de las áreas, que debe ser la mayor posible con un buen diseño en cuanto a su forma, infraestructura, zonificación, características de los límites y efectos de borde y zonas de amortiguación.
- La integridad, que incluya los niveles de protección y extensión con que son respetadas por la población local.

Las áreas actualmente protegidas no tienen la localización óptima para la conservación de los recursos genéticos forestales porque no sirven como muestra de todas las especies o de la





*Acacia midgleyi* – árbol prometedor, de rápido crecimiento que se conserva en la red de áreas protegidas de la Península del Cabo de York, Queensland, Australia. McIlwraith Ranges. (Maurice Mc Donald, CSIRO)

variación genética dentro de las especies elegidas. Los regímenes de ordenación de las áreas protegidas existentes están diseñados normalmente para la conservación de ecosistemas forestales que, como se demuestra en muchos de los ejemplos de los recuadros de esta publicación, es con frecuencia compatible con la conservación de los recursos genéticos *in situ* – pero no siempre sucede así. Por ello, tal como se analiza en los capítulos anteriores, se necesitan esfuerzos adicionales de conservación para muchas de las especies elegidas. No obstante, las actuales áreas protegidas sirven realmente de modo importante para la conservación de muchas especies y los ecosistemas forestales conservados eficazmente pueden mantener una reserva de especies arbóreas y poblaciones en continua evolución, incluyendo especies cuyos valores económicos y de otra índole están todavía por reconocer (McNeely y Vorhies 2000).

Con el fin de incrementar la conservación de la biodiversidad, Blockhus *et al.* (1992) han recomendado que se establezcan sistemas de áreas protegidas que comprendan:

- áreas representativas de todos los tipos de bosque
- ejemplos de bosques que tengan una alta diversidad de especies y/o altos niveles de endemismos
- hábitats forestales de especies, o asociaciones de especies, raras y amenazadas.

El artículo 8 del Convenio de 1993 sobre Diversidad Biológica (CBD), que trata de la conservación *in situ*, pide a cada Parte Contratante establecer un sistema de áreas protegidas o áreas en las que se adopten medidas especiales para conservar la diversidad biológica.

Es también muy conveniente que las nuevas áreas protegidas estén localizadas en áreas que aumenten su contribución a la conservación de los recursos genéticos forestales. De modo creciente, se va disponiendo de modelos de simulación –que tienen en cuenta la composición de especies y la función de los ecosistemas- para ayudar a optimizar la selección de nuevas áreas protegidas para complementar las existentes. La finalidad es dirigir unos recursos que son limitados para la protección y ordenación de especies determinadas (Araújo y Williams 2000; Williams y Araújo 2000a, 2000b). No obstante, un conocimiento equivocado o inadecuado de la distribución y abundancia de las distintas especies es una grave limitación para el uso de tales modelos (Gentry 1992). Además, en muchos países en desarrollo las áreas y sitios disponibles para áreas forestales protegidas son limitados y debido a diversas razones, entre ellas la extensión con el pasado de la enajenación del bosque, la tenencia de la tierra y la intensa competencia por el suelo.

Muchas áreas protegidas son pequeñas, menos de 100 a 1.000 ha. de extensión y requerirán una ordenación activa, a nivel de ecosistemas y especies, si se quiere que cumplan los objetivos de conservación a largo plazo (Frankel *et al.* 1995). Las especies arbóreas con una estructura de “metapoblación” cuyas subpoblaciones locales se extinguen periódicamente con la recolonización de “subpoblaciones” vecinas, tienen un alto riesgo de estar permanentemente perdidas en las reservas pequeñas. Es necesario dar mayor atención a la ordenación activa del bosque y los recursos genéticos arbóreos en las áreas protegidas existentes, especialmente en las áreas pequeñas. Se dispone de poca información publicada sobre la ordenación de los recursos genéticos en áreas protegidas, lo que refleja la escasez de actividades en este campo. Esto puede atribuirse a la falta general de conocimiento entre los gestores sobre las funciones de conservación genética de los bosques protegidos. Sin embargo, recientemente esta situación está mejorando gracias a la bibliografía creciente sobre la materia (Gadgil 1983; Prescott-Allen y Prescott-Allen

1984; MacKinnon et al. 1986; Oldfield 1989; Frankel et al. 1995; Maxted et al. 1997; Tuxill y Nabhan 1998; McNeely y Vorhies 2000).

Aunque la conservación de los recursos genéticos es uno de los principales objetivos de la mayoría de los tipos de áreas protegidas, es bien reconocida (UICN 1993) la incapacidad general de las actuales áreas protegidas para la conservación de los recursos genéticos (MacKinnon et al. 1986). Las actuales categorías de áreas protegidas de la UICN se exponen en el Recuadro 4.1. Hay argumentos en favor de la designación de áreas de conservación genética *in situ* mediante una categoría especial de áreas protegidas sobre la base de:

- que tengan como objetivo principal la conservación de la variación genética dentro de las especies
- que los caudales genéticos de interés sean ante todo de especies económicas
- que se adopten medidas para que los investigadores y genetistas utilicen el caudal genético y para fines de conservación *ex situ* (Prescott-Allen y Prescott-Allen 1984).

Los objetivos de este capítulo pretenden mejorar el conocimiento sobre el papel de las áreas protegidas en la conservación de los recursos genéticos forestales y recomendar las formas para incrementarlo. La Sección 4.2 contiene información sobre el papel y la contribución actual de las áreas protegidas para la conservación de recursos genéticos forestales y de especies arbóreas amenazadas. A continuación, en la Sección 4.3, se elabora un proceso o serie de pasos que podrían

## Recuadro 4.1 Categorías de Áreas Protegidas de la UICN

**Categoría I. Protección estricta** – denominadas a veces áreas de reserva estricta de la naturaleza o áreas silvestres. Son áreas protegidas ordenadas sobre todo para fines científicos o para la protección de la naturaleza virgen. Generalmente son áreas pequeñas en las que se hace hincapié en la preservación de importantes valores naturales con la mínima perturbación humana.

**Categoría II. Conservación de ecosistemas y turismo** – se refiere con frecuencia a los parques nacionales. Generalmente son grandes áreas con una serie de características sobresalientes y ecosistemas que puede visitar el público para fines educativos, recreativos y de inspiración, siempre que no pongan en peligro los valores del área.

**Categoría III. Conservación de características naturales** – denominadas a veces monumentos naturales. Similares a los parques nacionales pero normalmente pequeñas áreas que protegen una característica natural espectacular o un sitio histórico.

**Categoría IV. Conservación mediante ordenación activa** – denominado a veces áreas de ordenación de hábitats y fauna silvestre (especies). Áreas sujetas a una ordenación activa con el fin de conseguir el mantenimiento de hábitats y/o especies determinadas.

**Categoría V. Conservación y recreación de paisajes terrestres/marítimos** – denominados a veces paisajes protegidos terrestres/marítimos.

**Categoría VI. Utilización sostenible de ecosistemas naturales** – áreas protegidas ordenadas principalmente para la utilización sostenible de ecosistemas naturales. Se denominan a veces áreas protegidas de recursos ordenados y, con frecuencia, es una categoría importante dentro de las reservas de la biosfera.

Fuente: UICN (1994)

permitir una conservación más eficaz de los recursos genéticos forestales en las áreas protegidas existentes. En la Sección 4.4 se analiza la importancia fundamental de trabajar eficazmente con las poblaciones locales, haciéndolas participar en las medidas de conservación de las áreas protegidas (véase también Vol. 1, Cap. 5; McNeely *et al.* 1990; Brown y Brown 1992; Tuxill y Nabhan 1998). Por último, en la Sección 4.5, se hacen varias recomendaciones específicas sobre cómo fortalecer el papel de las áreas protegidas en la conservación de los recursos genéticos forestales.

## 4.2 Papel actual de las áreas protegidas en la conservación de recursos genéticos forestales

En la mayoría de los países en desarrollo sólo será posible conservar, dentro de las áreas protegidas los recursos genéticos de una proporción relativamente pequeña de especies arbóreas socioeconómicamente importantes. Una excepción es Tailandia, país con una extensa red de áreas protegidas y que tiene aparentemente potencial para conservar una alta proporción de los recursos

### Recuadro 4.2 Conservación *in situ* de recursos genéticos forestales en áreas protegidas de Tailandia

Tailandia está en el proceso de desarrollar una extensa red de áreas protegidas (Bhadharajaya Rajani 1999). El área total protegida, declarada o en proceso de declaración, era en el año 2000 de 15,7 millones de ha. (30,6% del área total), incluyendo 96 parques nacionales, 47 santuarios de fauna silvestre y 54 áreas con exclusión de la caza y una zona importante de conservación de cuencas hidrográficas (5,1 millones de ha.). Los árboles son muy importantes para el sustento de las comunidades rurales Thai con 400 especies como mínimo de uso regular o que proporcionan importantes servicios ambientales en diferentes regiones (Pedersen 2000).



*Evaluación de campo del bosque natural mezclado de teca de hoja caduca, en el Parque Nacional Mae Yom, Provincia de Phrae en el norte de Tailandia. Mae Yom es el mayor bosque remanente de teca. (A. Larsen /DFSC, 1999)*

Con el fin de evaluar la contribución de las áreas protegidas (APs) a la conservación *in situ* de recursos genéticos forestales, el Departamento Forestal Real (RFD)/FORGENMAP llevó a cabo un estudio para obtener información sobre la conservación de 35 especies arbóreas de alta prioridad en la red existente de áreas protegidas. Se distribuyeron cuestionarios a cada estación de campo de las tres principales direcciones de la Oficina de Conservación de Recursos Forestales Naturales del RFD: Parques Nacionales, Santuarios de Fauna Silvestre y Ordenación de Cuencas. Las respuestas recibidas de más de 100 estaciones demostraron que la mayoría de las 35 especies estaban representadas en las APs con poblaciones viables

*continua*

(>100/1.000 árboles con regeneración satisfactoria) en todo su ámbito natural en Tailandia (FORGENMAP 2000).

Las cinco especies arbóreas de máxima prioridad, todas especies maderables importantes que han sido aprovechadas ampliamente en el pasado en los bosques naturales, estaban muy bien representadas en las APs en la forma siguiente:

- La *Azalia xylocarpa* se registró en 57 APs de 31 provincias
- El *Dipterocarpus alatus* se registró en 53 APs de 40 provincias
- La *Hopea odorata* se registró en 60 APs de 42 provincias
- El *Pterocarpus macrocarpus* se registró en 66 APs de 33 provincias
- La *Tectona grandis* (teca) se registró en 29 APs de 12 provincias.

La especie arbórea peor representada en las APs fue el *Cotylelobium melanoxyton*, especie de dipterocarpo que produce una valiosa madera. Esta especie se registró sólo en 4 APs de 4 provincias del sur de Tailandia, encontrándose amenazada por aprovechamiento maderero ilegal en dos de estas áreas. En consecuencia, es apropiado que el RFD e IPGRI hayan centrado sus trabajos de conservación *in situ* en esta especie amenazada y ecológicamente fundamental (p.ej. Chaisurisri *et al.* sin publicar). También estaban peor representadas en las APs una serie de otras especies arbóreas prioritarias, de acuerdo con lo siguiente:

- La *Aquillaria crassna* se registró en 25 APs de 22 provincias – 5 de estas poblaciones fueron registradas como muy amenazadas por aprovechamiento ilegal para obtener la preciosa madera de agar
- La *Azadirachta excelsa*, pariente del neem (*A. indica*), se registró en 12 APs de 14 provincias
- La *Durio mansonii*, pariente próximo y rizoma patrón para el durian (*D. zibethinus*), se registró en 13 APs de 11 provincias, con dos poblaciones muy amenazadas
- La *Intsia palembanica*, valiosa madera de gran duración, se registró en 13 APs de 14 provincias, con dos poblaciones que están muy amenazadas
- La *Mansonia gagei*, madera olorosa, se registró únicamente en 7 APs de 6 provincias. Fuera de las APs esta especie está muy amenazada por la explotación de canteras de piedra caliza
- La *Shorea henryana*, valiosa madera de dipterocarpo, se registró únicamente en 9 APs de 10 provincias. Las principales amenazas son las explotaciones ilegales junto con una regeneración inadecuada, con menos de la mitad de las poblaciones registradas como de regeneración satisfactoria.

Aunque los resultados del estudio RFD/FORGENMAP deben tratarse como provisionales, y necesitados de verificación, dan en general una visión tranquilizadora, indicando que el principal desafío que afronta el programa de conservación *in situ* de recursos genéticos forestales del RFD es conseguir que los árboles dentro de las áreas protegidas sigan estando protegidos contra las actividades ilegales, en particular el aprovechamiento maderero y el desmonte para agricultura.

(Basado en el trabajo de RFD/FORGENMAP – proyecto de Conservación y Ordenación de Recursos Genéticos Forestales, apoyado por DANCED, Gobierno de Dinamarca).

genéticos forestales del país (Recuadro 4.2). Hay otra serie de países tropicales que tienen la base para redes importantes y útiles de áreas protegidas para la conservación *in situ* de bosques y recursos genéticos arbóreos, incluyendo:

- África (Botswana, Burkina Faso, Namibia, Seychelles, Tanzania, Uganda, Zambia, Zimbabwe)
- Oriente Medio (Arabia Saudí)
- Asia/Pacífico (Australia, Bhutan, Brunei Darussalam, Indonesia)
- América (Belize, Brasil, Costa Rica, Colombia, Cuba, Ecuador, Panamá, Venezuela).

Sin embargo, la falta de apoyo político y de financiación, la escasa capacidad institucional,

## Recuadro 4.3 Reserva Forestal de Sinharaja: reserva de la biosfera fundamental para la conservación de los recursos genéticos forestales de Sri Lanka

La Reserva Forestal de Sinharaja incluye el último resto viable de bosque tropical húmedo de tierras bajas de Sri Lanka. Con el paso del tiempo el área ha cambiado de ser una zona virgen asociada con un misticismo tradicional, protegida por su inaccesibilidad, a soportar un régimen de aprovechamiento maderero durante los años 70 pasando después a área de conservación totalmente protegida (Gunatilleke *et al.* 1995). En 1978, la Reserva Forestal fue catalogada como reserva de la biosfera e incluida en 1988 en la lista como sitio del patrimonio mundial (UNESCO 1988). Actualmente ocupa una superficie de 11.187 ha., incluyendo un bosque submontano y secundario, y está administrada por la Dirección Forestal. El área sirve como laboratorio al aire libre para todos los niveles de educación y es el bosque de tierras bajas más popular de Sri Lanka para el ecoturismo (Gunatilleke *et al.* 1995).

Existen por lo menos 184 especies arbóreas, más de la mitad endémicas de Sri Lanka (Gunatilleke y Gunatilleke 1980; de Zoysa y Raheem 1990). La base de datos de conservación de árboles WCMC incluye unas 30 especies arbóreas que se encuentran actualmente o que fueron registradas anteriormente en la Reserva Forestal de Sinharaja. Éstas incluyen varias especies arbóreas de géneros económicamente importantes y utilizadas localmente en cuantía variable, que comprenden *Adenanthera bicolor*, *Diospyros oppositifolia* y *D. thwaitesii*, *Garcinia hermonii*, *Loxococcus rupicola*, *Myristica dactyloides* y *Palaquium petiolare*. Evidentemente Sinharaja tiene una importancia enorme para la conservación de los recursos genéticos de los bosques de tierras bajas de Sri Lanka. Sin embargo, existe actualmente la preocupación de que varias especies arbóreas han desaparecido o se estén haciendo muy raras en Sinharaja, porque no se detectaron en los extensos estudios forestales de 1991 y 1996 para el Análisis Nacional sobre Conservación. Éstas incluyen una serie de dipterocarpos económicamente valiosos: *Shorea affinis*, *S. congestiflora*, *S. megistophylla* y *S. trapezifolia*.

El principal problema que amenaza la integridad de la Reserva Forestal de Sinharaja continúa siendo el conflicto de los recursos. Aunque se ha otorgado la máxima protección legal mediante su declaración como área del patrimonio nacional, en la práctica la protección es difícil debido a sus límites remotos e inaccesibles y a la falta de recursos para una ordenación y vigilancia eficaces (McDermott *et al.* 1990). La población total que vive en la reserva o en áreas adyacentes es de unas 5.000 personas y muchas están decididas a continuar utilizando la madera y diversos PFNMs procedentes del bosque, tanto para la generación de ingresos como para fines de subsistencia. Anteriormente la actividad más importante de generación de ingresos en el bosque era la producción de almíbar de la savia procedente de la palmera kithul, *Caryota urens*, pero esto está actualmente limitado al bosque que rodea la reserva. La recolección de leña para uso doméstico también es una actividad importante. El aprovechamiento del ratán (*Calamus* spp.), para la venta y el uso doméstico constituye, según se informa, el uso más destructivo del bosque (McDermott *et al.* 1990). Las soluciones propuestas a largo plazo para los conflictos de utilización de recursos en Sinharaja incluyen:

- Permitir formas no destructivas, reguladas y tradicionales de manejo del bosque incluyendo el kithul, el cardomomo, plantas medicinales y alimentos forestales (McDermott *et al.* 1990)
- En las zonas de amortiguación practicar una ordenación forestal intensiva de carácter participativo y desarrollar la agrosilvicultura en las partes deforestadas (McDermott *et al.* 1990)
- Eliminar la dependencia de los recursos de la reserva trasladando las aldeas a zonas fuera de la reserva (Ishwaran y Erdelen 1990)
- Cambiar la dependencia del bosque respecto a alimentos e ingresos hacia jardines caseros y

*continua*

los cultivos comerciales mediante el desarrollo de sistemas agroforestales eficientes (Caron 1995).

Existe también la necesidad de proteger más activamente y regenerar importantes recursos genéticos forestales que se han hecho escasos en la Reserva Forestal de Sinharaja. Esto incluye las áreas degradadas dentro de la reserva y en las áreas de amortiguación. En este contexto, un resultado estimulante de la investigación ha sido determinar que la especie exótica *Pinus caribaea*, establecida originalmente como límite vivo de la reserva, puede ser un cultivo muy apropiado para facilitar el establecimiento de especies arbóreas de bosque tropical sensibles a la estación, incluyendo los dipterocarpos (Ashton *et al.* 1997).

y las presiones de la población significan con frecuencia que las áreas protegidas carecen de protección adecuada (tal como se informa en los estudios de casos del país en Blockhus *et al.* 1992).

Aunque las áreas protegidas deben tener un alto potencial para la protección de especies arbóreas raras y amenazadas, Strahm (1999) señala que sólo el 12% de las 8.750 especies arbóreas amenazadas de extinción han sido registradas en áreas protegidas. Sin embargo, en algunas regiones, las áreas protegidas pueden desempeñar un papel fundamental para la conservación de recursos genéticos forestales y especies raras; ejemplo de ello es la Reserva Forestal de Sinharaja, reserva de la biosfera de Sri Lanka (Recuadro 4.3).

La base de datos de Conservación de Árboles WCMC incluye unas 40 especies arbóreas críticamente amenazadas que se encuentran casi exclusivamente dentro de áreas protegidas (se incluyen algunos ejemplos en el Cuadro 4.1). La variación genética completa de especies que han limitado sus distribuciones naturales –las que se encuentran únicamente en uno o dos lugares dentro de las áreas protegidas– puede conservarse también *in situ* en las áreas protegidas. Dos ejemplos bien conocidos incluyen el coco-de-mer (*Lodoicea maldivica*) en las Seychelles (Parque Nacional de Vallée de Mai, Isla Praslin e Isla Curieuse) y el pino wollemi (*Wollemia nobilis*) en el Parque Nacional Wollemi en Nueva Gales del Sur, Australia (Recuadro 4.4).

Las áreas protegidas pueden desempeñar también un papel fundamental en la conservación de los recursos genéticos forestales, complementando aquellas poblaciones que se conservan en los bosques ordenados de producción, p.ej. *Endospermum medullosum* (madera blanca) en Vanuatu (Recuadro 3.1). El *Eucalyptus nitens*<sup>9</sup> (goma brillante), originario de los bosques templados húmedos del este de Australia, constituyen un ejemplo de otra especie arbórea importante económicamente cuyos recursos genéticos se están conservando mediante una



La característica población de goma brillante (*Eucalyptus nitens*) de Errinundra antes denominada *E. denticulata*, se conserva muy bien en el Parque Nacional de Errinundra, Victoria, Australia. (Ken Eldridge/CSIRO)

<sup>9</sup> El *Eucalyptus nitens* se ha utilizado mucho en plantaciones del hemisferio sur (incluyendo Chile, República Sudafricana, Nueva Zelanda y Australia) sobre todo para la producción de pulpa.

## Cuadro 4.1 Ejemplos de algunas especies arbóreas gravemente amenazadas que se están conservando en áreas protegidas, y tipos de amenazas †

| Especie y familia   | Área protegida  | Notas y amenazas   |
|---|---|--|
| <i>Aglaia heterotricha</i> (Meliaceae)                          | Parque Nacional Eua, Eua, Tonga                                       | Amenazada por invasiones ilegales y actividades agrícolas  |
| <i>Aubreginia taiensis</i> (Sapotaceae)                         | Parque Nacional Tai, Costa de Marfil                                  | Es un gran árbol que está amenazado por la pérdida de hábitat, asociada con el aprovechamiento de madera y la invasión agrícola y una escasa regeneración. Género monotípico.  |
| <i>Ceasalpinea echinata</i> (Ceasalpinaceae)                    | Reserva Pau-Brasil y Parque Nacional de Monte Pascoal, Brasil         | Especie muy amenazada y explotada desde que llegaron los primeros colonizadores portugueses a Brasil a principios del siglo XVI. Posteriormente, los cultivos de café y la expansión de las áreas urbanas redujeron la existencia de esta especie a muy pocas áreas a lo largo de la selva tropical atlántica. |
| <i>Cordia leslieae</i> (Boraginaceae)                           | Parque Nacional de Chagres, Panamá                                    | Distribución natural muy limitada. Amenazada por asentamientos invasores y actividades turísticas.   |
| <i>Dacrydium guillauminii</i> , (Podocarpaceae)                 | Reserva Botánica Chûtes de la Madeleine, Grand Terre, Nueva Caledonia | Conífera muy rara que crece sumergida parcialmente. Sumamente localizada y vulnerable a cualquier cambio ambiental, incluyendo la sedimentación procedente de la minería.  |
| <i>Dypsis obovontsira</i> (Palmae)                              | Reserva de la Biosfera Mananara, Madagascar                           | Palmera endémica de Madagascar de la que se conocen algo menos de 10 individuos. Una de las muchas especies de palmeras amenazadas a nivel mundial.  |
| <i>Hibiscadelphus woodii</i> , (Malvaceae)                      | Parque Estatal de la Costa Napali, Kauai, Hawaii, EUA                 | Quedan menos de 10 plantas. Amenazadas por gatos silvestres, cerdos y plantas invasoras. Las cuatro especies de este género endémico de Hawaii están amenazadas o extinguidas.   |
| <i>Inga jaunehensis</i> (Leguminosae)                           | Reserva de Jauneche, Provincia de Los Ríos, Ecuador                   | Pequeño árbol de las leguminosas que se encuentra en una superficie de menos de 100 ha. y gravemente amenazado por incendios e invasiones.   |
| <i>Maillardia pendula</i> (Moraceae)                            | Reserva Natural Estricta de Aldabara, Seychelles                      | Se sabe sólo de unos pocos individuos en Grand Terre, y amenazados por cambios naturales en las comunidades de vegetación.   |
| <i>Parsania formosana</i> (Fagaceae)                            | Parque Nacional de Kenting, Península de Hengchun, Taiwan             | Una sola población de menos de 50 individuos. Amenazada por su limitada regeneración asociada con producciones escasas de semilla que comen con avidez las ardillas.   |
| <i>Pittosporum coriaceum</i> (Pittosporaceae)                   | Parque Nacional de Madeira, Portugal                                  | Sólo quedan unos 30 árboles. Las amenazas incluyen incendios, pastoreo y falta de regeneración de brinzales.   |
| <i>Quercus hinckleyi</i> (Fagaceae)                             | Área Natural Estatal de Big Bend Ranch, Texas, EUA                    | Las principales amenazas incluyen la hibridación con otras especies de <i>Quercus</i> , la construcción de caminos, la recolección de semilla por los horticultores, la sequía y el pastoreo.  |
| <i>Rhododendron protistum</i> var. <i>giganteum</i> (Ericaceae) | Reserva Natural de Gaoligongshan, Provincia de Yunnan, China          | Quedan menos de 100 individuos. Actualmente, se cultiva como planta ornamental.  |
| <i>Shorea bakoensis</i> (Diptero carpaceae)                     | Sarawak, Malasia  | Población sumamente reducida. Es una de las muchas especies amenazadas de dipterocarpos en el sur y sureste de Asia  |

† Estas especies se han reducido a poblaciones muy pequeñas y restringidas geográficamente, frecuentemente de diversidad genética limitada y la mayoría tienen un alto riesgo de pérdida de la función de reproducción sexual, capacidad reducida a causa del intracruzamiento y la deriva genética. Están siendo diezmadas además por algún acontecimiento catastrófico, incluido el cambio climático.

## Recuadro 4.4 Conservación de especies arbóreas amenazadas en áreas protegidas

### CASO 1: *Lodoicea maldivica* (coco-de-mer) en Seychelles

El coco-de-mer, famoso por sus grandes frutos, poco comunes, con forma de pelvis femenina, es sinónimo de las islas Seychelles. Las flores masculinas y femeninas están en plantas distintas, tardando los cocos unos 7 años en alcanzar su madurez. La sobreexplotación a largo plazo de los cocos, que tienen un alto precio, ha sido un factor importante en la limitación de la regeneración natural. Alrededor de la mitad de la población de palmeras está protegida en el valle de la Reserva Natural de Mai, un sitio del patrimonio mundial, dentro del Parque Nacional Praslin (Isla de Praslin), y en la Isla Curieuse, dentro del Parque Nacional Marino de Curieuse. La otra mitad está distribuida dentro del PN Praslin, Fond Ferdinand y terrenos privados de Praslin.

En 1771 los piratas recogían todos los cocos que podían de la Isla de Curieuse: en un intento por aumentar el valor de su cosecha, intentaron destruir las palmeras quemando la isla. Las palmeras



Árbol individual de “coco de mer” (*Lodovica maldivica*).

rebrotaron pero están en un mal estado sanitario debido a la exposición del suelo y a la degradación ocasionada por el incendio. La Dirección del Medio Ambiente ha plantado *Acacia auriculiformis* en la isla Curieuse en un intento por mejorar el microclima y mejorar la fertilidad del suelo a favor de las palmeras que quedan. Una de las poblaciones de coco-de-mer con mejores posibilidades se encuentra dentro del Valle de la Reserva Natural de Mai, pequeña área forestal estrictamente protegida (19,5 ha.) de un excepcional valor de conservación. Esta Reserva protege también otras cuatro palmeras endémicas, cada una de ellas pertenecientes a géneros monoespecíficos. El Valle de Mai está situado enteramente dentro del Parque Nacional Praslin que es un área (324 ha.) de ordenación de uso múltiple y bien protegida por un cortafuegos mantenido de forma regular. Los daños ambientales se reducen al mínimo manteniendo a los visitantes por senderos definidos y se están eliminando gradualmente las plantas exóticas, sustituyéndolas por las endémicas. La ordenación del parque se financia sobre todo con el importe de las entradas de admisión a la reserva. La Dirección del Medio Ambiente está en el

proceso de ampliar el Parque Nacional de Praslin en 134 ha., para conseguir la protección del hábitat de esta especie única. El comercio del coco está controlado legalmente por el Decreto de Ordenación del coco-de-mer de 1978, enmendado en 1994.

Se han cultivado muy pocos cocos de mar fuera de las islas Seychelles y la palmera es un importante atractivo turístico y un patrimonio económico para el país. La conservación *in situ* de esta palmera es un tributo a las eficaces políticas de conservación de los sucesivos gobiernos de Seychelles en las últimas décadas y su aplicación efectiva por la Dirección del Medio Ambiente y la Fundación de la Isla Seychelles.

(Fuentes: Lionnet 1974; Wilson 1980; Savage y Ashton 1983; Base de Datos de Conservación de Árboles WCMC y Ms Frauke Fleischer-Dogley (com. pers. 2001), la Unidad del Parque Nacional/Sección Forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Transporte de Seychelles).

*continua*



## CASO 2: *Wollemia nobilis* (pino wollemi) de Australia

El pino Wollemi atrajo la atención mundial en 1994 cuando fue descubierto desarrollándose en un cañón profundo y apartado en el gran Parque Nacional Wollemi de 0,5 millones de ha., unos 150 km. al noroeste de Sydney, Australia. Se trata de una conífera relictica, conocida anteriormente sólo a partir de fósiles, que fue situada en un nuevo género monoespecífico, de la familia Araucariaceae, que



Propagación vegetativa del pino wollemi (*Wollemia nobilis*) por el Instituto de Investigación Forestal de Queensland. (Mark Hunt/QFRI)

incluye también los importantes géneros forestales *Agathis* y *Araucaria*. El pino Wollemi crece hasta 35 m. de altura y puede vivir de 500 a 1.000 años. Se sabe únicamente de tres poblaciones, separadas unos 3 km., que totalizan menos de 50 especímenes adultos y muchos brinzales y/o brotes de raíz clonales y está clasificada como gravemente amenazada.

Desde su descubrimiento, el Gobierno del Estado de Nueva Gales del Sur ha adoptado fuertes medidas para garantizar su supervivencia, incluyendo el desarrollo de un plan de recuperación de la especie. Las principales amenazas provienen

probablemente de los seres humanos (extracciones ilegales, daños a la estación ocasionados por el pisoteo) o la llegada de un hongo patógeno como la *Phytophthora cinnamomi*. Las medidas adoptadas para conservar esta planta incluyen:

- Mantener secreta al público la localización de los rodales e imponer duras sanciones a quien se encuentre estorbando o dañando a los árboles.
- Medidas adicionales de conservación *in situ* incluyen el baño de pies con fungicidas para los investigadores que visitan la estación para evitar la introducción accidental de hongos patógenos y el mantenimiento de un rodal de pino Wollemi libre de toda interferencia humana, para poderlo utilizar en el futuro como referencia.
- Un programa importante de investigación para estudiar las exigencias ecológicas y de propagación de la especie y su variación genética.
- Mantenimiento de colecciones *ex situ* en varios sitios (para reducir al mínimo el riesgo de una enfermedad epidémica u otras calamidades que podrían destruir toda la colección).
- Propagación vegetativa de la especie por el Instituto de Investigación Forestal de Queensland para su distribución pública comercial en gran escala, para obtener fondos para nuevos trabajos sobre la especie y para disminuir el riesgo de extracción y comercio ilegal potencialmente devastador.

Es importante señalar que un estudio genético muy completo del Pino Wollemi, incluyendo 800 loci AFLP y 13 loci de alozimas en adultos procedentes de dos poblaciones y en una progenie de una estación, no encontraron variación. Es posible que la especie haya persistido durante millones de años a pesar de esta falta de variación genética. El pino Wollemi se reproduce asexualmente mediante brotes de raíz, pero produce también semilla viable (alrededor del 5% de viabilidad). La falta de variación genética se cree que es debida a una combinación del comportamiento clonal y/o de muchas generaciones de intracruzamiento.

El futuro de la especie parece ahora razonablemente bien asegurado en el Parque Nacional Wollemi. En el caso de una catástrofe que eliminase las poblaciones silvestres, se ha elaborado un protocolo para un programa de reintroducción. La especie sólo sería reintroducida en sus hábitats silvestres si su desaparición fuera debida a causas humanas y si estas causas hubieran sido reducidas eficazmente antes de cualquier reintroducción.

(Fuentes: Woodford 2000; Hogbin *et al.* 2000).

## Recuadro 4.5 Conservación planificada de los recursos genéticos de *Baikiaea plurijuga*: contribución de las áreas protegidas de Zambia

Los bosques de *Baikiaea plurijuga* o teca de Zambeze, se encuentran en toda la parte suroccidental de Zambia y zonas vecinas de Angola, Botswana, Namibia y Zimbabwe. La teca de Zambeze, conocida localmente como mukusi, produce una de las maderas comerciales más finas del mundo y es una de las maderas más importantes de alto valor de Zambia. Se emplea para muebles, tarimas y durmientes o traviesas de ferrocarril. Los principales bosques de espesura completa existen en el Distrito de Senanga y Sesheke, mientras que en todas las provincias occidentales y meridionales existen grandes manchas claras y degradadas de bosque de *Baikiaea*.

El bosque de *Baikiaea* está sujeto a presiones en la mayoría de su ámbito. El aumento de la presión humana - desmonte para agricultura, incendios y aprovechamiento de madera- ha ocasionado su desaparición en gran parte de su ámbito primitivo. La *B. plurijuga* es una especie prioritaria de conservación en Zambia, habiéndose establecido Reservas Botánicas dentro de las Reservas Forestales de Malavwe y Kataba en el Distrito de

Shesheke (FAO 1985). Más recientemente la Dirección Forestal de Zambia, en colaboración y con la asistencia técnica del Centro de Semillas Forestales de Danida y el Departamento de Montes de la FAO, ha elaborado un plan completo para conservar los recursos genéticos que quedan. Esto incluye la conservación *in situ* dentro de las áreas protegidas como parte de una estrategia más amplia para conservar los recursos genéticos de la especie.

Mediante comparación de la distribución geográfica de la especie con las zonas genecológicas (véase Vol. 1, Cap. 3) se identificaron las poblaciones potenciales para una red de conservación genética. Siempre que fue posible se identificó más de una población por zona a fin de reducir al mínimo el riesgo de pérdida. Tuvieron preferencia los rodales dentro de las áreas protegidas porque se consideraban más seguros a largo plazo. Muchos de los rodales de *B. plurijuga* se encuentran dentro de los parques nacionales existentes y constituyen un buen punto de partida para una red de rodales de conservación.



*Rodales naturales de teca de Zambeze (Baikiaea plurijuga) en Zambia. El rodal de la izquierda forma parte de una red propuesta de conservación in situ. A.B. Larsen/DFSC, 1998.*



*Trozas de la teca de Zambeze (Baikiaea plurijuga).*

*continua*

Se encuentran rodales importantes dentro de los parques nacionales de Kafue, Sioma Ngwezi, la Llanura de Liuwa y Mosi-Oa-Tunya. La situación predominante en materia de conservación en las áreas protegidas de Zambia es variable, y con frecuencia incierta debido a las presiones humanas asociadas con la pobreza de economía rural, junto con la falta de medidas económicas para estimular la protección. El hecho de que haya un rodal de *B. plurijuga* dentro de un área legalmente protegida no significa de ningún modo la seguridad de su supervivencia a largo plazo. La situación en cuatro parques nacionales que contienen teca de Zambeze se ilustra con la siguiente información.

1. *PN Kafue*: La parte central del bosque Ngoma, situado en el sur del parque está dominado por la teca de Zambeze. Este área tiene una gran población, razonablemente estable, de elefantes. La teca de Zambeze es probable que se beneficie de la presencia de los elefantes porque eliminan el matorral de competencia, reduciendo con ello el riesgo de incendios. Además, los elefantes y otros animales grandes de caza pueden ayudar a la regeneración de la teca de Zambeze introduciendo con el pisoteo las semillas en el terreno. Alguna cacería ilegal de elefantes tiene lugar en el parque pero no en proporción que afecte de modo importante a su población. Se realiza el control del fuego y hay una buena regeneración natural en el bosque, aunque a veces se producen incendios de monte incontrolados. No obstante, el bosque de teca de Zambeze dentro del PN de Kafue se considera uno de los mejor protegidos de Zambia.
2. *PN Sioma Ngwezi*: Este parque contiene manchas de bosque mezclado con teca de Zambeze, pero están mal protegidas. Hay una serie de aldeas localizadas dentro y a lo largo del límite suroccidental del parque y la corta ilegal de la teca de Zambeze y los incendios de monte incontrolados no son raros. La situación de la oficina de ordenación del parque, a unos 45 Km. de éste, se añade a las dificultades para controlar las actividades ilegales dentro del parque. Análogamente, los incendios de monte, el pastoreo por animales domésticos y los asentamientos dentro de los límites del parque amenazan a los bosques de teca de Zambeze en el *PN de la Llanura de Liuwa*.
3. El *PN Mosi-Oa-Tunya* tiene en su interior las mundialmente famosas Cascadas Victoria. Los extensos desarrollos previos al establecimiento del parque contribuyeron a la pérdida de algunos rodales de *Baikiaea*. Además, el pastoreo del ganado y la invasión gradual de pequeños agricultores, junto con la expansión de la ciudad de Livingstone, representan amenazas para los rodales que quedan.

A pesar de estos inconvenientes para la conservación efectiva en muchas áreas protegidas de Zambia, su estado legal hace que los esfuerzos de conservación en ellas tengan mayor probabilidad de tener éxito que si se aplicasen en otros lugares. Por ello, un elemento fundamental del plan de conservación de los recursos genéticos de *B. plurijuga* debiera ser el fortalecimiento de las medidas de conservación para los rodales situados dentro de los PNs existentes. Además, es necesario proteger y ordenar una serie de rodales dentro de los importantes bosques de producción del Distrito de Senanga y Shesheke. Existe la posibilidad también de catalogar algunas de estas reservas forestales como "Áreas de Ordenación Forestal Colectiva" que permitan a las comunidades locales hacerse responsables y beneficiarse de una mayor participación en su ordenación.

(Basado en Theilade *et al.* 2001)

combinación de bosques de producción y áreas protegidas. Las poblaciones más extensas de *E. nitens* del sudeste de Australia están conservadas y ordenadas sobre todo dentro de los bosques destinados para producción en terrenos propiedad del estado en Victoria y Nueva Gales del Sur. Las poblaciones de *E. nitens* morfológicamente distintas de la Planicie de Errinundra en el este de Victoria, que actualmente se denomina *E. denticulata*, están protegidas dentro del Parque Nacional de Errinundra, mientras que las dos poblaciones aisladas del extremo norte y genéticamente distintas, de Ebor y Barrington Tops en el norte de Nueva Gales del Sur, y de especial interés para las áreas con lluvias de verano, están también protegidas dentro de los Parques Nacionales.

## Recuadro 4.6 Conservación de los restos de bosque de la Selva Tropical Atlántica de Brasil, con la participación de las comunidades locales

La protección y la utilización de los recursos naturales son elementos opuestos en las áreas densamente pobladas de la Selva Tropical Atlántica de Brasil. Este ecosistema forestal tropical era la segunda mayor superficie de bosque del país, después de la Cuenca Amazónica, y servía no sólo como importante reserva de agua sino que también albergaba una enorme riqueza de especies animales y vegetales únicas. No obstante, el aprovechamiento de madera, la agricultura, la minería y el urbanismo han destruido el 92% de la cubierta original de bosque desde que llegaron los primeros colonizadores portugueses. En la actualidad, el Bosque Atlántico o Mata Atlántica, está clasificado entre los cinco sitios del mundo con mayor peligro de pérdida (hot spots) en materia de biodiversidad.

Con el fin de salvar algunas de las áreas singulares que quedan de tan importante ecosistema forestal, se estableció en 1996 el Parque Nacional de “Serra do Brigadeiro” en el Estado de Minas Gerais que comprende unas 13.500 hectáreas de bosque poco perturbado. Los recursos del parque incluyen varias especies endémicas de árboles y animales. La razón de la existencia del parque provino de la demanda de las comunidades locales que están integradas dentro del área protegida y cuidan ellas mismas de la conservación del parque, favoreciendo con ello la capacidad de este área para lograr una función doble de conservación del ecosistema y de los recursos genéticos forestales de especies arbóreas seleccionadas como la *Cedrela fissilis* y la *Cariniana legalis*.



*Fragmento de Selva Tropical Atlántica en un paisaje agrícola, Brasil. (Weber Amaral / IPGRI)*

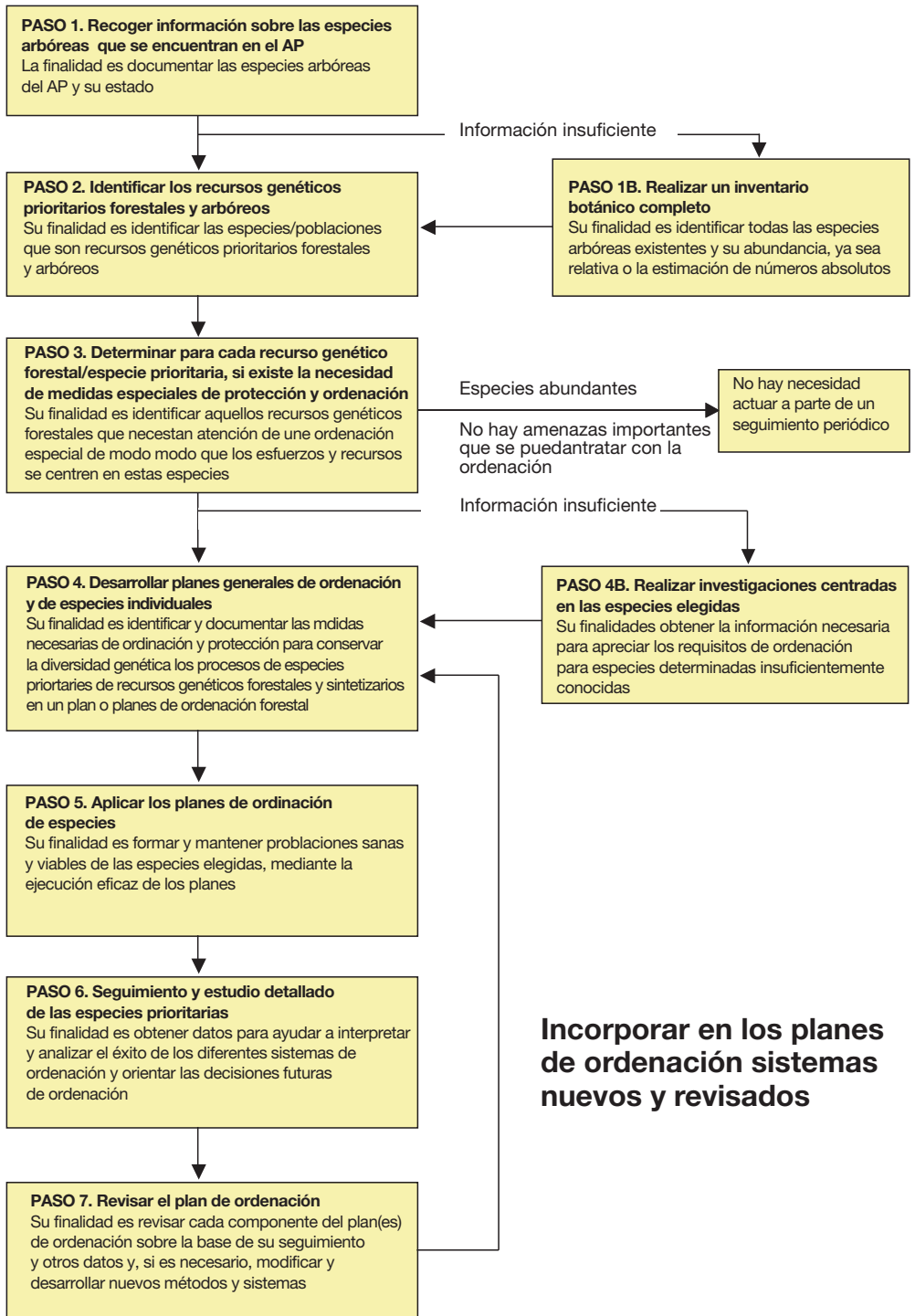
(Basado en Nogueira-Neto 1997)

La *Baikiaea plurijuga* (teca de Zambeze) es un ejemplo de una especie maderable valiosa cuyos recursos genéticos, al menos al nivel nacional de Zambia, se pueden conservar en gran parte dentro de la red existente de áreas protegidas (Theilade *et al.* 2001; Recuadro 4.5).

### 4.3 Un proceso para fomentar la conservación de recursos genéticos forestales en áreas protegidas

En términos generales, la mayoría de las áreas protegidas han estado sujetas tradicionalmente a una ordenación bastante limitada, aparte de su protección, debido a la falta de recursos, especialmente en los países en desarrollo, o a un método deliberado de no intervención en la ordenación de las áreas más estrictamente protegidas. Sin embargo, hay algunos ejemplos de áreas protegidas que se están ordenando de forma intencionada y activa para conservar los recursos genéticos forestales (Recuadro 4.6). Se incluyen aquí reservas establecidas específicamente para la conservación de determinadas especies y poblaciones de árboles frecuentemente muy amenazadas, sobre todo en países desarrollados. Se incluyen como ejemplos:

- La Reserva Integral Quacella en Sicilia, Italia, para proteger una población aislada de *Abies nebrodensis*



**Fig. 4.1** Diagrama esquemático que muestra la secuencia de los pasos a seguir para fomentar el papel de conservación de recursos genéticos forestales de las áreas protegidas existentes

- La Reserva de Buxton Silver Gum, en Victoria, Australia establecida para conservar la especie amenazada *Eucalyptus crenulata*, que es una importante especie arbórea decorativa (Jelinek 1991)
- La Reserva Erromango Kauri (para el *Agathis macrophylla*) en Erromango, Vanuatu (Gillison y Neil 1987)
- La Reserva de Pau Brasil en el Estado de Bahía, Brasil (para *Ceasalpineae echinata*).

En tales casos, se pueden desarrollar planes de ordenación y recuperación de especies. Éstos incluirán diversas medidas de protección y ordenación que es necesario aplicar para asegurar la existencia continuada de las especies elegidas y de las comunidades vegetales asociadas. Muchas áreas protegidas están en el límite para poder considerarlas como útiles para la conservación a largo plazo y pueden necesitarse considerables esfuerzos y recursos para ordenar las especies elegidas. La secuencia de los pasos que se pueden seguir para favorecer la ordenación de los recursos genéticos forestales en áreas protegidas se da en la Figura 4.1, dándose más detalles sobre cada paso en el Cuadro 4.2.

#### **4.4 Planificación para armonizar la conservación de áreas protegidas y las necesidades humanas**

El énfasis tradicional sobre la protección total de los parques y reservas forestales contra las influencias externas, ha dado lugar a políticas que no dan la debida atención a las necesidades de la población local. Cada vez se solicita más a los gestores de áreas protegidas que consideren qué medidas hay que aplicar para que las comunidades locales puedan continuar utilizando recursos biológicos dentro de las áreas protegidas. El método general para la ordenación de áreas protegidas que está surgiendo actualmente en muchos países está basado en una estrategia de tres componentes (Anón. 1996; Recuadros 4.1 y 4.7):

1. Ampliación de la variedad de categorías de áreas protegidas, sobrepasando el enfoque tradicional sobre la protección estricta y los parques nacionales, para incluir aquellas áreas en que vive la población y utiliza de forma sostenible los recursos naturales.
2. Ampliación del método a la planificación y ordenación de las áreas protegidas mediante el tratamiento de las mismas como parte de un paisaje más extenso (véase Davey 1998), y atendiendo mejor las necesidades de la población local (véase Beltrán 2000).
3. Ampliación del número de socios interesados en el establecimiento y ordenación de áreas protegidas de modo que el papel de los gobiernos nacionales se complemente con la participación de los gobiernos regionales y locales, las poblaciones indígenas, los grupos comunitarios, ONGs y el sector privado.

En áreas de fuerte presión demográfica un enfoque fundamental de la planificación de los programas de conservación *in situ* debe ser hacer compatibles las actividades de conservación con las necesidades humanas inmediatas. En áreas de grandes conflictos sobre el uso de los recursos, la planificación de las medidas de conservación de las áreas protegidas debe incluir la formulación de proyectos de desarrollo con participación local para la ordenación, producción y protección de recursos forestales renovables. Los cinco elementos definidos por Poffenberger (1990) para una silvicultura comunitaria efectiva son igualmente aplicables para conseguir la participación de las comunidades y su apoyo para las áreas protegidas:

1. Creación de un ambiente que apoye la experimentación y el aprendizaje dentro de los organismos forestales.
2. Ayuda a las comunidades para desarrollar organizaciones locales de ordenación forestal.
3. Recogida de información y promoción del diálogo para mejorar la comprensión mutua y generar prioridades conjuntas de ordenación.
4. Mejorar la autoridad y la seguridad de tenencia de las comunidades forestales.
5. Desarrollo de sistemas agroforestales productivos y sostenibles.

## Cuadro 4.2 Notas sobre los pasos a seguir para intensificar la función de las áreas protegidas en la conservación de RGF existentes

| Paso | Descripción  | Notas   | Responsabilidad   | Referencias   |
|------|--|---|---|---|
| 1    | Obtención de información sobre las especies arbóreas existentes en el AP                                   | Revisar la bibliografía publicada y sin publicar y consultar a expertos botánicos locales (incluyendo herbarios y personas locales), floras locales, estudios forestales y botánicos, listas de árboles, estudios etnobotánicos   | Autoridad de ordenación del AP y/o de la Dirección Forestal/Programa Nacional de RGF  | Maxted <i>et al.</i> (1997)   |
| 1B   | Inventario botánico completo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay muchas técnicas disponibles sobre estudios botánicos (véase las referencias).</li> <li>• El estudio debe tratar de muestrear todos los diferentes tipos forestales y asociaciones (el área puede estratificarse sobre la base de los mapas existentes o mediante interpretación de fotos aéreas).</li> <li>• Obtención de información sobre especies, abundancia, regeneración.</li> <li>• Es esencial incorporar a los expertos en taxonomía, preferentemente de forma directa en el estudio, o en otro caso mediante verificación de los especímenes con documentos de herbario.</li> <li>• Involucrar a los recolectores etnobotánicos locales, lo que llevará a que se muestren e identifiquen más especies recogidas (variedades del saber popular).</li> </ul>   | Autoridad de ordenación del AP y/o herbario, Dirección Forestal, Botánica Universitaria y/o Secciones Forestales, personal local con conocimientos botánicos especializados | Martin <i>et al.</i> (1998)   |
| 2    | Identificar los recursos genéticos prioritarios forestales y arbóreos                                      | <p>Su finalidad es identificar las especies/poblaciones que constituyen recursos genéticos prioritarios de bosques y árboles incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• especies madereras comerciales principales y secundarias</li> <li>• especies importantes para la producción de productos forestales no maderables</li> <li>• especies raras y amenazadas</li> <li>• especies clave críticas para el funcionamiento del ecosistema.</li> </ul>   | Autoridad de Ordenación del AP y Dirección Forestal/Programa Nacional de Conservación de RGF  |   |
| 3    | Determinar para cada especie prioritaria si hay necesidad de medidas especiales de protección y ordenación | <p>Las especies necesitadas de ordenación y protección activas pueden incluir aquéllas que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tienen poblaciones que están próximas o son inferiores a la dimensión mínima de población viable o que están sujetas a grandes fluctuaciones entre generaciones</li> <li>• están amenazadas por factores en los que se puede influir mediante intervenciones de ordenación y protección</li> <li>• tienen necesidades especiales de regeneración</li> <li>• son asociados especializados para la polinización y dispersión, especialmente si se trata de grandes mamíferos y aves que requieren grandes áreas.</li> </ul>  | Autoridad de Ordenación del AP y Dirección Forestal/Programa Nacional de Conservación de RGF  |   |
| 4    | Desarrollo de planes generales de ordenación y de especies individuales                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los planes de ordenación tienen que basarse en conocimientos tanto científicos como tradicionales. Es fundamental identificar medidas de conservación tradicionales apropiadas de la población local e incorporarlas en los planes y si es posible apoyarse en ellas.</li> <li>• Los planes de ordenación de especies individuales deben desarrollarse y armonizarse con el plan general de ordenación del AP (y sus RGF) incorporándolos al mismo. Los planes de especies individuales pueden variar considerablemente dependiendo de las especies y del AP.</li> <li>• Las medidas adoptadas dependerán de si la especie está muy extendida dentro del AP o si está muy localizada: en el último caso, puede ser necesario establecer una zona especial de protección/ordenación (zona de conservación genética <i>in situ</i>)</li> <li>• Puede ser necesario un inventario más completo durante el desarrollo del plan de ordenación, que incluya: la situación de los rodales (y hábitats), la presencia de cualquier variedad o ecotipo diferente, o la frecuencia o el número y distribución por clases de edad, incluida la regeneración</li> <li>• Las especies colonizadoras y secundarias pueden requerir una perturbación intermitente. Las especies primarias o climáticas se beneficiarán de una protección completa contra las perturbaciones.</li> </ul> | Autoridad de Ordenación del AP (en consulta y colaboración con la Dirección Forestal/Programa Nacional de RGF y comunidades locales   | Tuxill y Nabhan, (1998); Cropper 1993; Tapisuwe <i>et al.</i> (1998); Informes sobre las Acciones del Programa de Flora y Fauna Amenazadas de la Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Victoria |

| Paso | Descripción  | Notas   | Responsabilidad  | Referencias    |
|------|--|---|--|----------------|
| 4B   | Llevar a cabo investigaciones orientadas a las especies elegidas | <p>La ecología de muchas especies arbóreas es muy poco conocida. Para estas especies se necesita una investigación cuidadosamente orientada para obtener información fundamental para la elaboración de planes de ordenación científicamente sólidos. Esto puede incluir información sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• los requisitos de regeneración</li> <li>• el régimen de incendios</li> <li>• las especies clave asociadas</li> <li>• los procesos que amenazan como los impactos de explotación, plagas y enfermedades y especies invasoras.</li> </ul>  | Unidades de Investigación de la Autoridad de Ordenación y otras instituciones de investigación apropiadas (incluyendo institutos de Investigación Forestal, Departamentos de Botánica y Forestales de las Universidades) |                |
| 5    | Ejecutar los planes de ordenación de especies                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para especies muy raras, esto es, cuando su número ha descendido por debajo del tamaño mínimo de población viable y para especies cuyo número de individuos maduros sea del mismo orden que la dimensión mínima de la población viable, se necesitarán medidas de regeneración específicas utilizando germoplasma local, o si la variación genética o el número de plantas se han reducido mucho, deberá utilizarse germoplasma procedente de áreas vecinas con las mismas condiciones ambientales. Esto puede incluir la replantación en partes apropiadas, degradadas de la AP y en las zonas de amortiguación (incluida la incorporación en sistemas agroforestales y cortafuegos verdes)</li> <li>• Algunas especies pueden tener exigencias particulares de regeneración que implican una ordenación activa, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- especies asociadas que es necesario mantener para polinización y dispersión</li> <li>- perturbación periódica/claros de la cubierta de copas con ciertas características</li> <li>- dependencia del fuego</li> </ul> </li> </ul> | Autoridad de Ordenación del AP y comunidades locales   |                |
| 6    | Seguimiento y estudio detallado de las especies prioritarias     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La frecuencia del seguimiento dependerá del grado de amenaza y de los recursos disponibles, normalmente con intervalos de 5 a 10 años (incluyendo un seguimiento más frecuente del impacto de cualesquiera otras técnicas de ordenación más radicales.</li> <li>• La información fundamental incluye una estimación de la cuantía numérica de la población, incorporaciones y mortalidad y detalles de cualesquiera procesos de amenaza.</li> <li>• Utilización de conteos directos para poblaciones pequeñas y compactas.</li> <li>• Estimar la cuantía numérica de poblaciones más extensas y dispersas utilizando técnicas de estudio más apropiadas.</li> </ul>  | Autoridad de Ordenación del AP y comunidades locales   | Cropper (1993) |
| 7    | Analizar los planes de ordenación y revisarlos si es necesario   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda medida del plan de ordenación hay que considerarla independientemente y en conjunto con otras medidas y su impacto sobre la conservación de la especie o población.</li> <li>• Cuando fracasa la ordenación, es decir, la población disminuye en número y en estado sanitario o no consigue regenerarse, será necesario desarrollar y comprobar nuevas medidas.</li> </ul>  | Autoridad de la Ordenación del AP (en consulta y colaboración con la Dirección Forestal/ Programa Nacional de Conservación de RGF y comunidades locales  |                |



## Recuadro 4.7 Conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos en áreas de conservación ordenadas por las comunidades en el Pacífico Sur: Programa de Conservación de la Biodiversidad del Pacífico Sur

El Programa de Conservación de la biodiversidad del Pacífico Sur (SPBCP) sirve de ayuda a los esfuerzos de las comunidades locales, los gobiernos y ONGs para conservar la diversidad biológica en 14 países de la región del Pacífico Sur (Reti 1996). Su principal finalidad es identificar, establecer y ordenar una serie de áreas de conservación en las que se dirigen las actividades humanas para hacer posible el uso sostenible de los recursos del área, protegiendo al propio tiempo sus importantes características y procesos ecológicos. El programa está basado en dos premisas:

1. La participación local es una parte fundamental del proceso de iniciación y, en consecuencia, sólo se incluyen las áreas propuestas por sus propietarios tradicionales.
2. Los proyectos de conservación de las áreas son manejados por las comunidades y pertenecen a ellas, debiendo reflejar plenamente los deseos y aspiraciones de las comunidades.

Algunos temas fundamentales a tratar en el desarrollo de las áreas de conservación son:

- la necesidad de obtener beneficios tangibles, incluyendo rendimientos económicos a través de las actividades de desarrollo sostenible
- la consideración del desarrollo sostenible como un proceso gradual y continuado
- el reconocimiento de que las comunidades necesitan llegar a depender de sus propios recursos para llevar a cabo las medidas de conservación necesarias para garantizar el mantenimiento de los recursos naturales
- la falta de conocimientos y técnicas de ordenación entre los propietarios locales de los terrenos que tienen un interés directo en la conservación del medio ambiente.

En el pasado, el desarrollo de áreas protegidas en el Pacífico Sur no prosperó por dos razones principales:

1. Los gobiernos poseían una parte muy reducida de las áreas y de los recursos elegidos para protección.
2. La población que posee y utiliza los recursos biológicos, cuyo apoyo es fundamental, no estaba comprometida con los planes de los gobiernos para la protección de estos recursos.

Con el fin de tratar estos problemas el método SPBCP ha consistido en establecer comités coordinadores que incluyen a todos los grupos interesados: representantes de organismos pertinentes (Agricultura, Forestal, Pesca, Medio Ambiente, Turismo), ONGs y comunidades locales. Los grupos de propietarios de las tierras son fundamentales en la toma de decisiones, mientras otros miembros del comité proporcionan asesoramiento técnico y político para facilitar el acierto en la toma de decisiones.

En muchas partes del Pacífico Sur, los bosques se han convertido en recursos escasos y preciosos. Tienen que ser ordenados para proporcionar simultáneamente beneficios económicos inmediatos para las comunidades locales y una serie más amplia de servicios ambientales esenciales. El establecimiento de los comités coordinadores ha ayudado a crear una asociación más efectiva entre los organismos gubernamentales responsables del sector forestal y el medio ambiente y las comunidades. Tales asociaciones se consideran esenciales para una ordenación

*continua*

forestal sostenible y para la conservación de los ecosistemas forestales y sus recursos genéticos.

Las áreas de conservación establecidas hasta aquí bajo el SPBCP incluyen una serie de recursos genéticos prioritarios de bosques y árboles, p.ej. *Calophyllum inophyllum*, *C. neoebudicum* y *Santalum yasi*, en el Área de Conservación de Ha'apai (Tonga), *Intsia bijuga*, *Endospermum medullosum* y *Canarium indicum* (Área de Conservación de Vathe, en Vanuatu) y la *I. bijuga* y *Terminalia richii* (Área de Conservación de Uafato, en Samoa). El caso de la *I. Bijuga*, en Uafato, es un buen ejemplo de una comunidad local a la que se está dotando de datos científicos apropiados que sirvan de base para las decisiones de ordenación. La producción de artesanías de madera de *I. bijuga* constituye la principal actividad económica de la aldea. De acuerdo con un inventario de la *I. bijuga* de 1988, en el Área de Conservación de Uafato, el nivel de aprovechamiento era



*Población del árbol de la madera del sándalo (Santalum yasi) que se está conservando en terrenos privados en la Isla de Foa, Ha'apai, tonga. Todo el grupo Ha'apai ha sido declarado área de conservación.*

aproximadamente el doble del que se juzga sostenible (Martel y Atherton 1998). La aldea decidió, en consecuencia reducir el aprovechamiento de árboles de *I. bijuga* como parte de un plan de ordenación de recursos elaborado con la ayuda de una ONG local, la Sociedad O le Siosiomaga (Taulealo y Ale 1998).

El desarrollo adicional y la ampliación del método del área de conservación pueden hacer una importante contribución para la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales del Pacífico Sur donde casi todas las tierras continúan bajo el régimen tradicional de propiedad.

La SPBCP está dirigida por el Programa Ambiental Regional del Pacífico Sur (SPREP).



*La Malili (Terminalia richii) – Importante árbol maderero, endémico amenazado se está conservando en el área de conservación de Uafato, Samoa (Foto: Lex Thomson/CSIRO)*

La importancia de la participación local en la conservación de los recursos genéticos forestales se analiza en el Volumen 1, Capítulo 5 de esta serie. Dicho capítulo incluye buenos ejemplos de cómo las poblaciones locales se han convertido en cogestoras afortunadas de áreas protegidas e incluso de parques nacionales.

## **4.5 Resumen: fortalecimiento del papel de las áreas protegidas para la conservación de los recursos genéticos forestales**

A continuación se resumen una serie de medidas específicas que pueden adoptarse para fortalecer el papel de las áreas protegidas en la conservación de los recursos genéticos forestales:

### **1. Dar una mayor consideración a la conservación de los recursos genéticos forestales en la planificación de nuevas áreas protegidas.**

Hay que poner más énfasis en la conservación de recursos genéticos prioritarios al planificar las redes de áreas protegidas, tanto en la identificación de nuevas áreas como en la zonificación de las

áreas protegidas existentes. Las áreas protegidas de categoría IV (conservación mediante ordenación activa) serán muy apropiadas para mantener la diversidad genética de muchas especies arbóreas.

## **2. Mejorar las relaciones y la coordinación entre los organismos gubernamentales responsables de la conservación y ordenación de recursos genéticos forestales.**

Los Organismos Forestales y de Conservación del Medio Ambiente tienen que desarrollar unas relaciones de trabajo más estrechas con el fin de ayudar a identificar, vigilar y conservar mejor los RGF dentro de las áreas protegidas. En países con un sistema federal de gobierno puede ser necesaria una mayor coordinación entre el Gobierno Nacional (y cualquier programa nacional de conservación de RGF) y los Gobiernos Estatales o Provinciales que tengan responsabilidad en la ordenación de las áreas protegidas. Debe ser responsabilidad de las Direcciones Forestales dar a conocer a los gestores de las áreas protegidas cualquier RGF importante que esté bajo su control.

## **3. Realizar inventarios de especies arbóreas forestales.**

Es necesario realizar inventarios detallados de las especies arbóreas forestales que existen en cada área protegida y de su estado. También debe recogerse información sobre cada población, incluyendo su alcance y dimensión, con localización detallada. Las observaciones sobre hábitats, especies asociadas y biología de la floración y fructificación deben ser bien documentadas (MacKinnon *et al.* 1986). Esta información puede utilizarse entonces para fines de planificación en las categorías ordenadas de áreas protegidas y más extensamente en la planificación de los programas de conservación para especies arbóreas determinadas.

## **4. Establecer una protección eficaz de los recursos genéticos forestales.**

Desarrollar y hacer cumplir medidas legales de protección y de otro carácter para garantizar que la utilización de los recursos arbóreos dentro de las áreas protegidas sólo se realiza de una manera legal, ordenada y controlada. Esto incluye llevar a cabo programas apropiados de concientización y educación entre las poblaciones locales que viven en el área protegida o en sus proximidades. Puede incluir también el compartir responsabilidades y beneficios con la población local.

## **5. Ordenar activamente los recursos genéticos forestales.**

Cuando sea necesario, iniciar regímenes apropiados de ordenación tanto en el área protegida como en sus zonas de amortiguación, para conseguir que no se pierdan o degraden inconscientemente los recursos genéticos forestales prioritarios. Esto puede representar una ordenación activa y el control y manejo del fuego y otras medidas para conseguir una regeneración adecuada (véase el Cap. 3). Habrá que controlar o excluir aquellos usos que estén reñidos con la función de conservación genética de las áreas protegidas (Prescott-Allen y Prescott-Allen 1984).

## **6. Restaurar las áreas degradadas dentro de las áreas protegidas y en las zonas de amortiguación.**

Muchas áreas protegidas contienen extensiones de hábitats degradados, algunas que fueron anteriormente boscosas y que se han reducido a terrenos de matorral, chaparros, arbustos, y pastizales. La restauración de estas áreas debe ser de gran prioridad para acercarlas a su antigua cubierta forestal. Esto puede realizarse estimulando la sucesión forestal y la recuperación de su diversidad biológica. Tales métodos de “regeneración natural asistida” y de “especies estructurales” se presentan en los Recuadros 3.7 y 3.8. La restauración forestal puede acompañarse con la plantación o regeneración de recursos genéticos forestales prioritarios y especies arbóreas raras y amenazadas, utilizando fuentes de germoplasma local.

## **7. Elaborar y aplicar un plan integral de conservación bio-regional que incluya el establecimiento de corredores boscosos para enlazar las áreas protegidas con otras zonas de bosque del medio natural.**

La conservación de los recursos genéticos en áreas protegidas puede favorecerse sustancialmente si están enlazados con otras áreas de hábitats forestales modificados (zonas de amortiguación, zonas de transición y bosques ordenados). Esto es esencial sobre todo para pequeñas áreas

protegidas que tienen un riesgo muy elevado de pérdida de biodiversidad biológica y de recursos genéticos cuando son a modo de “islas” de vegetación natural en ecosistemas agrícolas que proceden generalmente de desmontes. Los corredores pueden facilitar el intercambio genético entre poblaciones que estarían de no ser así, aisladas y fragmentadas, incluyendo el movimiento de fauna clave asociada, especialmente de polinizadores y dispersores de semilla. Los corredores boscosos pueden permitir que las áreas protegidas actúen más eficazmente como fuentes de genes (semilla y polen) para especies arbóreas en bosques ordenados y árboles en sistemas agrícolas, y viceversa.

#### **8. Establecer áreas protegidas adicionales en las categorías ordenadas.**

Representa un cambio de enfoque desde áreas estrictamente protegidas a áreas protegidas de finalidad múltiple, más amplias como las reservas de especies ordenadas (categoría IV) y las áreas protegidas de recursos ordenados (categoría VI), que prestan mayor atención a las necesidades de las comunidades locales y a recursos genéticos determinados.

#### **9. Garantizar que los recursos genéticos forestales dentro de las áreas protegidas sigan estando disponibles para fines científicos, de conservación y otros de carácter apropiado.**

Las normas y reglamentos que regulan la recolección de material reproductivo (para fines de conservación e investigación) de recursos genéticos prioritarios procedentes de áreas estrictamente protegidas, deben revisarse cuidadosamente, en colaboración con las autoridades competentes para conseguir el máximo beneficio para todos los interesados. Las áreas protegidas establecidas con la función de banco genético *in situ* deben tener, como objetivos explícitos de ordenación, la provisión de información sobre los recursos genéticos y su acceso a los mismos por las personas dedicadas a su conservación e investigación y desarrollo (incluyendo investigadores con buena reputación, genetistas y gestores de bancos genéticos *ex situ*) (MacKinnon *et al.* 1986).

#### **10. Identificar las prioridades nacionales e internacionales.**

Llevar a cabo sistemas nacionales de revisión de las áreas protegidas, proponer acciones inmediatas y a largo plazo, para establecer y fortalecer las áreas protegidas, llevar a cabo una evaluación internacional de las necesidades actuales y futuras de áreas protegidas, proporcionar incentivos para el establecimiento de áreas protegidas privadas y fomentar la cooperación internacional sobre la ordenación de áreas protegidas.

#### **11. Garantizar la sostenibilidad de las áreas protegidas.**

Puede ser necesario llevar a cabo una serie de medidas en diferentes situaciones para asegurar la viabilidad a largo plazo de las áreas protegidas. Éstas pueden incluir:

- ampliación de la participación en el diseño de planes de ordenación de áreas protegidas y apertura de la serie de temas tratados en tales planes
- elaboración de los objetivos de ordenación para incluir el pleno alcance de la conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos
- mejora de la ordenación y seguimiento de las APs (véase también Hockings *et al.* 2000)
- aumento del valor ecológico y social de las áreas protegidas mediante la compra de terrenos y la zonificación fuera del área protegida
- identificación, obtención y desarrollo de nuevas fuentes de financiación para protección y ordenación (véase WCPA 2000 para información sobre financiación de las APs)
- obtención de incentivos financieros para la conservación en terrenos privados contiguos.





# EXPERIENCIAS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

## Conservación de los recursos genéticos forestales en sus hábitats naturales

La mayoría de las especies vegetales que existen en los bosques del mundo dependerán de la conservación *in situ* porque actualmente no se plantan y la mayoría probablemente nunca se plantarán, al menos en un futuro previsible. Los capítulos anteriores han descrito y analizado algunas consideraciones generales y han expuesto la experiencia práctica de programas de conservación y ordenación forestal en distintas partes del mundo. Es difícil y quizás contraproducente tratar de extraer conclusiones generales a partir de tales trabajos: cada plan de conservación en particular deberá reflejar las condiciones y requisitos locales. Sin embargo, es importante tener en cuenta en todas las actividades de conservación varios principios que se resumen a continuación.

## Valor de un enfoque sistemático

Los capítulos anteriores han expuesto varios ejemplos de especies arbóreas importantes que están gravemente amenazadas a nivel de especie o de población. Muchas especies arbóreas de valor ecológico o humano menos conocido, están en riesgo de extinción en un futuro próximo. De la mayoría de estas especies se sabe muy poco en cuanto a su genética y ecología.

Teniendo en cuenta las enormes necesidades de conservación y la falta de conocimientos, uno puede plantearse por dónde empezar. En esta guía los autores sugieren que la acción, basada en principios sistemáticos y sólidos puede ser un método más eficaz que esperar a obtener datos de investigación difíciles de conseguir. Un método sistemático requiere una fase inicial en que se analizan las prioridades basándose en las amenazas, conocidas y previstas, sobre los recursos genéticos forestales. Ello incluye también la evaluación de las diferentes opciones existentes, con el fin de desarrollar una estrategia eficaz de conservación y utilización. A veces la solución puede consistir en utilizar el recurso de forma distinta o en darle un mayor valor, lo que puede ocasionar paradójicamente niveles aún mayores de utilización.

Habrà que identificar poblaciones potenciales de conservación, estudiarlas y realizar esfuerzos de conservación en el campo de modo sistemático. Este método puede llevar además a la identificación de los cambios necesarios en las estructuras institucionales y a la necesaria participación de la población local para facilitar una conservación efectiva. Es importante por lo tanto hacer participar en el proceso a todas las organizaciones e interesados que corresponda. Sólo en casos muy raros, debe ser o puede ser la conservación de los recursos genéticos forestales el esfuerzo exclusivo de una sola organización o departamento gubernamental.

## Importante papel de la ordenación sostenible de árboles y bosques

La conservación de poblaciones de árboles, fuertes y productivas, es una exigencia fundamental de la ordenación de los recursos genéticos forestales. Esto es especialmente importante cuando se consideran durante décadas las amenazas normales bióticas y abióticas a los árboles forestales y particularmente importante si se produce un rápido cambio climático y un calentamiento mundial como se está pronosticando generalmente en la actualidad. Nosotros defendemos que un plan de conservación *in situ* debe estar integrado, siempre que se pueda, con la ordenación del bosque natural.

Todas las directrices de ordenación deben ayudar al gestor forestal a reconocer el valor de la diversidad genética como un importante recurso para la producción sostenible. Al propio tiempo, las extensas áreas de bosques ordenados ayudarán a conservar los recursos genéticos que pueden no estar representados en la red de áreas protegidas.

## **Importancia de las áreas protegidas**

La ordenación sostenible no puede garantizar por sí sola la conservación de todos los recursos genéticos forestales. Hay especies y poblaciones que requieren una atención especial e inmediata y también muchas especies, que no tienen valor utilitario actual o tienen un valor reducido, a las que el gestor forestal probablemente no podrá atender. Algunas de estas especies, menos conocidas o menos importantes económicamente pueden depender de interacciones ecológicas complicadas y pueden sufrir a causa de lo que hoy se juzga como utilización ligera de los recursos forestales. Por ello, se recomienda un método integrado que incluya la ordenación de los rodales naturales y el establecimiento de poblaciones específicas de conservación. Los sistemas nacionales existentes de áreas protegidas suelen ser un valioso punto de partida para una red de rodales de conservación de una especie determinada.

## **Conocimiento de las especies**

La ecología reproductiva y la dinámica de las poblaciones siguen siendo desconocidas o mal comprendidas para la mayoría de las especies arbóreas. Esto es así especialmente para las especies arbóreas tropicales pero no sería lo mejor esperar a disponer de estos conocimientos antes de adoptar medidas de conservación. No obstante, hay una evidente necesidad de mejorar nuestro conocimiento de las especies y su ecología. El ir disponiendo de información clave puede ayudarnos a desarrollar mejores planes de conservación y también a identificar cómo pueden utilizarse mejor las especies de forma más sostenible. Esto no sólo mejorará su estado de conservación sino que beneficiará también a la población o a los países que utilizan el recurso.

## **Integración de la utilización y la conservación**

En casi todos los casos, la población local está interesada en las áreas boscosas adyacentes por cuya razón la protección tiene que considerar los derechos y la historia local de esta población. La planificación de la conservación requiere por tanto un conocimiento pleno acerca de ¿quiénes son los usuarios del área? y ¿para qué fines la utilizan? La conservación sin la participación de la población local casi nunca es una opción viable. No obstante, puede ser difícil desarrollar sistemas de uso sostenible en un ambiente social donde los derechos de tenencia y uso están mal definidos o cuando se trata de ecosistemas complejos. Hay, sin embargo, un método combinado de conservación y uso sostenible que tiene el máximo potencial para conseguir beneficios sustanciales y continuados para las poblaciones tanto próximas como lejanas a tales recursos forestales.

## **Carácter complementario de los métodos de conservación**

Aunque este volumen está orientado principalmente a los temas necesarios para la conservación de los recursos genéticos en sus hábitats naturales, hay que recordar que la conservación *in situ* es sólo una opción técnica dentro de un enfoque más amplio para la conservación de la diversidad entre especies y dentro de ellas. En varios casos, la conservación *in situ* de los árboles forestales puede ser el único método posible social y económicamente. En otros casos, puede servir mejor una combinación de áreas protegidas, reservas ordenadas, bancos clonales, plantaciones de investigación y programas de mejora genética, mejor adecuados a las diferentes condiciones y objetivos. Las opciones técnicas referentes a los programas de conservación *ex situ* se detallan en el Volumen 3.



## REFERENCIAS

- Anderson, A. B. 1995. Extrativismo vegetal e reservas extrativistas – limitações e oportunidades. Pp. 199 – 214 in Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no Novo Mundo (G., Fonseca; Schmink, M; Pinto, L.P.S. y Brito, F. ed.). Conservation International do Brasil, Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte & University of Florida, Gainesville, USA.
- Andrewartha, R. and G. Applegate. 1998. Reduced impact logging guidelines as a forest management and carbon sequestration tool for Pacific Island countries. Pp. 244/250 in Proceedings of the Pacific Heads of Forestry, 21/25 September, 1998, Nadi, Fiji (H.T. Tang, S. Bulai and B. Masianini, eds.). SPC/Pacific Islands Forests and Trees Support Programme, Suva, Fiji.
- Anonymous. 1996. Workshop on Breaking Myths: Protected Areas with People; held at 4<sup>th</sup> Global Biodiversity Forum; 31 August/1 September 1996, Montreal, Canada. Applegate, G. and R. Andrewartha. 1999. Development of the Forari Training & Demonstration Forest. Report No. 87 of Vanuatu Sustainable Forest Utilization Project prepared for AusAID by Hassall & Associates Pty Ltd /Margules Groome Pöyry Pty Ltd and ANUtech Pty Ltd.
- Araújo, M.B. and P.H. Williams. 2000. Selecting areas for species persistence from occurrence data. *Biological Conservation* 96:331-345.
- Ashton, P.M.S., S. Gamage, I.A.U.N. Gunatilleke and C.V.S. Gunatilleke. 1997. Restoration of a Sri Lankan rainforest: using Caribbean pine *Pinus caribaea* as a nurse for establishing late-succesional tree species. *J. Applied Ecology* 34:915-925.
- Assies, W. 1997. Going nuts for the rainforest. Thela publishers, Amsterdam, The Netherlands.
- Assies, W. 1999. Amazon nuts, forests and sustainability in Bolivia and Brazil. Pp. 95/106 in Seminar Proceedings 'NFTP research in the Tropenbos Programme: Results and Perspectives', 28 January 1999 (M.A.F. Ros-Tonen, ed.). The Tropenbos Foundation, Wageningen, the Netherlands.
- Bauer, G.P. 1991. Line planting with mahogany (*Swietenia spp*): Experiences in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico and opportunities in tropical America, 23 pp. Paper presented at the Humid Tropical Lowlands Conference: Development Strategies and Natural Resource Management, DESFIL Project, TR & D and the US Forest Service, Panama City, Panama, 17/21 June.
- Beltrán, J. 2000. Indigenous and Traditional Peoples and Protected Areas: Principles, Guidelines and Case Studies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Bhadharajaya Rajani, M.R. 1999. System plan of protected area management in Thailand. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand.
- Blockhus, J.M., M.R. Dillenbeck, J.A. Sawyer and P. Wegge (eds.). 1992. Conserving biological diversity in managed tropical forests. Proceedings of a workshop held at the IUCN General Assembly, Perth, Australia, 30 November/1 December 1992. IUCN/ITTO, Gland, Switzerland.



- Boyle, T.J.B. 1999. Conserving genetic diversity of forest trees in managed landscapes. Pp. 131/146 in *Forest Genetics and Sustainability*, Forestry Sciences, Vol. 63 (C. Mátyás, ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Boyle, T.J.B. and Sawyer, J.A. 1995. Measuring, monitoring and conserving biological diversity in managed tropical forests. *Commonwealth Forestry Review* 74:20-25.
- Brown, K.S. and G.G. Brown. 1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. Pp. 119-142 in *Tropical deforestation and species extinction* (T.C. Whitmore and J.A. Sawyer, eds.), IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London, UK.
- Campbell, D.G. 1989. Quantitative Inventory of Tropical Forests. Pp. 524/537 in *Floristic Inventory of Tropical Forests* (D.G. Campbell and H.D. Hammond, eds.). New York Botanical Garden, New York, USA.
- Carey, C., N. Dudley and S. Stolton. 2000. Squandering Paradise? The Importance and Vulnerability of the World's Protected Areas. WWF Forests for Life Program, Switzerland.
- Caron, C. 1995. The role of non-timber tree products in household food procurement strategies: profile of a Sri Lankan village. *Agroforestry Systems* 32:99-117.
- Carvalho, P.E.R. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo / PR, EMBRAPA / CNPF.
- Chaisurisri, K., P. Whungplong, C. Liewlaksaneeyanawin and A-S. Ouedraogo. (unpublished). Allozyme variation of *Cotylelobium melanoxyton* Pierre in Thung Khai Genetic Resource Area, Trang, Southern Thailand.
- Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud and D. Williams. 1983. *Fire in Forestry* - Vol. I and II. John Wiley & Son, New York, USA.
- Corrigan, H., S. Naupa, R. Likiafu, J. Tungon, B. Sau, I. Viji, C. Sam, L. Kalamor, A. Gerrand, L. Mele, S. Walker, S. Collins and L.A.J. Thomson. 1999a. A strategy for conserving, managing and better utilizing the genetic resources of *Santalum austrocaledonicum* (sandalwood). Report prepared by Department of Forests, Vanuatu under South Pacific Regional Initiative on Forest Genetic Resources (SPRIG/AusAID). CSIRO Forestry and Forest Products, Yarralumla, Australia.
- Corrigan, H., S. Naupa, R. Likiafu, J. Tungon, I. Viji, C. Sam, L. Kalamor, L. Mele, S. Walker, S. Collins and L.A.J. Thomson. 1999b. A strategy for conserving, managing and better utilizing the genetic resources of *Endospermum medullosum* (whitewood). Report prepared by Department of Forests, Vanuatu under South Pacific Regional Initiative on Forest Genetic Resources (SPRIG/AusAID). CSIRO Forestry and Forest Products, Yarralumla, Australia.
- Crestana, C. de S.M. 1985. Ecologia de polinização de *Hymenaea stilbocarpa* Hayne, o jatobá. *Silvicultura em São Paulo* 17/19:31-37.
- Cropper, S.C. 1993. Management of endangered plants. National Parks Service, Victorian Department of Conservation and Natural Resources. CSIRO, East Melbourne, Victoria, Australia
- Davey, A.G. 1998. National System Planning for Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- de Jong, W. 1999. Taking non-timber forest products out of the forest: management, production and biodiversity conservation. Pp. 145/157 in Seminar Proceedings 'NFTP research in the Tropenbos Programme: Results and Perspectives', 28 January 1999 (M.A.F. Ros-Tonen, ed.). The Tropenbos Foundation, Wageningen, the Netherlands.
- de Zoysa, N. and R. Raheem. 1990. Sinharaja: a rainforest in Sri Lanka. March for Conservation, Colombo, Sri Lanka.
- Dickinson, M.B. and D.F. Whigham. 1999. Regeneration of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Yucatan. *International Forestry Review* 1:35-39.
- Dransfield, J. 1989. The conservation status of rattans in 1987. A cause for great concern.

- Pp. 6/10 in Recent Research on Rattans. Proceedings of the International Seminar, 12/14 November 1987, Chiangmai, Thailand (A.N. Rao and I. Vongkaluang, eds.). Faculty of Forestry, Kasetsart University and IDRC, Canada).
- Dudley, N. and S. Stolton. 1999. Threats to forest protected areas. A research report from the IUCN and the World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use. IUCN, Gland, Switzerland.
- Eis, S. 1986. Seed Zones in Thailand, an environmental interpretation. The Embryon 2(1):40-48. ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre, Muak Lek, Saraburi, Thailand.
- Elliot, S., D. Blakesley and V. Anusarnsunthorn (eds.) 1998. Forests for the future: growing and planting native trees for restoring forest ecosystems. Forest Restoration Research Unit, Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand.
- Elliot, S., D. Blakesley, V. Anusarnsunthorn, J.F. Maxwell, G. Pakaad and P. Navakitbumrung. 1997. Selecting tree species for restoring degraded forest in northern Thailand. Paper presented at the Workshop on Rehabilitation of Degraded Tropical Forest Lands, 3/7 February 1997, Kuranda, Queensland, Australia.
- Eriksson, G., G. Namkoong and J. Roberds. 1995. Dynamic conservation of forest tree gene resources. Forest Genetic Resources 23:2-8.
- Falconer, D.S. 1981. Introduction to quantitative genetics. Longman, Inc., New York, USA.
- FAO. 1975. Metodología de Conservación de los Recursos Genéticos Forestales. Informe de un Estudio Piloto. FO:MISC/75/8. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 1985. Proyecto FAO/PNUMA sobre conservación de recursos genéticos forestales. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia
- FAO. 1989. Recursos Fitogenéticos: su conservación *in situ* para uso humano. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 1993. La conservación de los recursos genéticos en la ordenación del bosque tropical: principios y conceptos (basado en los trabajos de R.H. Kemp, G. Namkoong y F.H. Wadsworth). Estudio FAO Montes No. 107. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 1995. Los productos forestales no maderables para ingresos rurales y la selvicultura sostenible. FAO de las Naciones Unidas, Roma, Italia.
- FAO. 1998. Directrices para la ordenación de los bosques tropicales. 1. La producción de madera. Estudio FAO Montes N° 135. FAO de las Naciones Unidas. Roma, Italia.
- FAO. 1999. Hacia una definición armonizada de los productos forestales no maderables. Unasyuva 50(198):63-64.
- FORGENMAP. 2000. Draft Strategy for a Forest Genetic Resources Conservation and Management Project in Thailand. Royal Forest Department/FORGENMAP, Bangkok, Thailand.
- Francis, J.K. 1990. *Hymenaea courbaril* (L.) - Algarrobo, locust. Institute of Tropical Forestry, (SO0ITF-SM-27), USDA Forest Service, Puerto Rico, USA.
- 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, New York, USA.
- Frankel, O.H., A.H.D. Brown and J.J. Brown. 1995. The conservation of plant biodiversity. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Friend, G., M. Leonard, A. MacLean and I. Sieler (eds.). 1999. Management of fire for Conservation of Biodiversity. Workshop Proceedings. Department of Natural Resources and Environment, Melbourne, Victoria, Australia.
- Gadgil, M. 1983. Conservation of plant resources through biosphere reserves. Pp. 66/71 in Conservation of Tropical Plant Resources. Proceedings of the Regional Workshop on Conservation of Tropical Plant Resources in South-east Asia, New Delhi, 8/12 March 1982 (S.K. Jain and K.L. Mehra, eds.). Botanical Survey of India, Department of Environment, Howrah, India.

- Gentry, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservation significance. *Oikos* 63:19-28.
- Gillison, A.N. and P.E. Neil. 1987. A feasibility study for a proposed kauri reserve on Erromango Island / Republic of Vanuatu. CSIRO Division of Land and Water Resources Technical Memorandum 87/4. Canberra, Australia.
- Goosem, S. and N.I.J. Tucker. 1995. Repairing the Rainforest: theory and practice of rainforest re-establishment. Wet Tropics Management Authority, Cairns, Queensland, Australia.
- Graudal, L., E.D. Kjær and S. Canger. 1995. A systematic approach to the conservation of genetic resources of trees and shrubs in Denmark. *Forest Ecology and Management* 73:117-134.
- Graudal, L., E. Kjær, A. Thomsen and A.B. Larsen. 1997. Planning national programmes for conservation of forest genetic resources. Technical Note 48. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.
- 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, pp. 36. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.
- Guillermo, M.P. 1992. Evaluation of assisted natural regeneration (ANR) as a strategy for reforestation: the case of the Bambam Reforestation Project, Bambam, Tarlac. MSc thesis, Philippines University, Los Banos, College, Laguna, Philippines.
- Gullison, R.E. and S. Hubbell. 1992. Regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla*) en el bosque Chimanes, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 19:43-56.
- Gullison, R.E., S.N. Panfil, J.J. Strouse and S.P. Hubbell. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical J. Linnean Society* 122:9-34.
- Gunatilleke, C.V.S and I.A.U.N. Gunatilleke. 1980. The floristic composition of Sinharaja – a rain forest in Sri Lanka with special reference to endemics. *The Sri Lanka Forester* 14:171-180.
- Gunatilleke, C.V.S, I.A.U.N. Gunatilleke and P.M.S. Ashton. 1995. Rain forest research and conservation: the Sinharaja experience in Sri Lanka. *The Sri Lanka Forester* 22:49-60.
- Helgason, T., S.J. Russell, A.K. Monro and J.C. Vogel. 1996. What is mahogany? The importance of a taxonomic framework for conservation. *Botanical J. Linnean Society* 122:47-59.
- Hockings, M., S. Stolton and N. Dudley. 2000. Evaluating Effectiveness / A Framework for Assessing the Management of Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Hogbin, P.M., R. Peakall and M.A. Sydes. 2000. Achieving practical outcomes from genetic studies of rare Australian plants. *Australian J. Botany* 48:375-382.
- Ishwaran, N. and W. Erdelen. 1990. Conserving Sinharaja – an experiment in sustainable development in Sri Lanka. *Ambio* 19:237-244.
- Jelinek, A. 1991. Buxton Gum - *Eucalyptus crenulata*. Action Statement No. 1. Threatened Flora and Fauna Program. Department of Natural Resources and Environment. East Melbourne, Victoria, Australia.
- Johns, A.D. 1992a. Species conservation in managed tropical forests. Pp. 15/53 in *Tropical deforestation and species extinction* (T.C. Whitmore and J.A. Sawyer, eds.). IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London, UK.
- Johns, A.D. 1992b. The influence of deforestation and selective logging operations on plant diversity in Papua New Guinea. Pp. 143/147 in *Tropical deforestation and species extinction* (T.C. Whitmore and J.A. Sawyer, eds.). IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London, UK.

- Kemp, R.H. 1992. The conservation of genetic resources in managed tropical forests. *Unasylva* 43 (169):34-40.
- Kent, M. and P. Coker. 1996. Vegetation analysis in the field. Pp. 106/135 in *Vegetation description and analysis, a practical approach*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Koski, V. 1996. Management guidelines for *in situ* gene conservation of wind pollinated temperate conifers. *Forest Genetic Resources* 24:2-7.
- Laird, S.A. 1999. The management of forests for timber and non-wood forest products in central Africa. Pp. 51/60 in *Non-wood forest products of central Africa: Current research issues and prospects for development* (T.C.H. Sunderland, L.E. Clark and P. Vantomme, eds.). FAO of the United Nations, Rome, Italy.
- Lamb, D., R. Parrotta, R. Keenan and N. Tucker. 1997. Rejoining habitat fragments: restoring degraded rainforest lands. Pp. 366-385 in *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities* (W.F. Laurance and R.O. Bierregaard Jr, eds.). The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Ledig, F.T. 1986. Conservation strategies for forest gene resources. *Forest Ecology and Management* 14:77-90.
- Lewinsohn, T.M. 1980. Predação de sementes em Hymenaea (*Leguminosae* - *Caesalpinioideae*): aspectos ecológicos e evolutivos. Tese. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP. São Paulo, Brazil.
- Liebau, J., T. Kubuabola, J. Laqueretabua and J. de Vletter. 1994. Felling damage in the Natural Forest Management Pilot Project: results of an assessment in 36 selectively logged permanent sample plots. Fiji Forestry Department/GTZ South Pacific Regional Forestry Project Technical report No. 22, Suva, Fiji.
- Lindgren, D., P. Jefferson and L. Gea. 1996. Loss of genetic diversity monitored by static number. *Silvae Genetica* 45:52-59.
- Lionnet, G. 1974. The romance of a palm: coco-de-mer. Third Edition, Victoria, Mahé, Seychelles.
- Luke, R.H. and A.G. McArthur. 1978. Bushfire in Australia. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- MacKinnon, J., K. MacKinnon, G. Child and J. Thorsell. 1986. *Managing Protected Areas in the Tropics*. UNEP/IUCN, Gland, Switzerland.
- Mahidol University and RFD. 1995. Survey of Natural teak Forests in Thailand. Center for Conservation Biology, Faculty of Science, Mahidol University and Forest Resources Inventory Group, Forest Resources Analysis Section, Forest Research Office, Royal Forest Department. Thailand / Kaeng Sua Ten Water Development Project. Final Report to the World Bank.
- Mansor, M. 1999. Mahogany. Pp. 10/11 in *FRIM in focus* (August, 1999). Forest Research Institute of Malaysia.
- Martel, F. and J. Atherton. 1998. Timber Inventory of the Ifilele Resource: Uafato Conservation Area Project. South Pacific Regional Environmental Program, Apia, Samoa.
- Martin, G.J., A.L. Hoare and A.L. Agama (eds.). 1998. *People and Plants Handbook Issue No. 4- Measuring Diversity-Methods of Assessing Biological Resources and Local Knowledge*. People and Plants Initiative - WWF, UNESCO and Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom.
- Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd and J.G. Hawkes. 1997. *Plant genetic conservation: the in situ approach*. Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- Mayhew, J.E. and A.C. Newton. 1998. *The Silviculture of Mahogany*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- McDermott, M., C.V.S. Gunatilleke and I.A.U.N. Gunatilleke. 1990. The Sinharaja rain forest: conserving both biological diversity and a way of life. *The Sri Lankan Forester* 19:3-22.

- McNeely, J.A. and F. Vorhies. 2000. Economics and conserving forest genetic diversity. Pp. 253-262 in *Forest Conservation Genetics – practices and principles* (A. Young, D. Boshier and T. Boyle, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria, Australia.
- McNeely, J.A., K.R. Miller, W.V. Reid, R.A. Mittermeier and T.B. Werner. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, Gland and WRI/CI/WWF-US/World Bank, Washington.
- Moreira, A.G. and D.C. Nepstad. 2000. Forest Fires in Tropical America: challenges for research. Pp. 25/33 in XXI IUFRO World Congress, Kuala Lumpur, Malaysia, Volume I.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Murali, K.S., Uma Shanker, R. Uma Shaanker, K.N. Ganeshiah and K.S. Bawa. 1996. Extraction of non-timber forest products in the forest of Biligiri Rangan Hills, India. 2. Impact of NTFP extraction on regeneration, population structure, and species composition. *Economic Botany* 50:252-269.
- Murawski, D.A., I.A.U.N. Gunatilleke and K.S. Bawa. 1994. The effects of selective logging on inbreeding in *Shorea megistophylla* (Dipterocarpaceae) from Sri Lanka. *Conservation Biology* 8:997-1002.
- Nabhan, G.P. and H. Suzan. 1994. Boundary effects on endangered cacti and their nurse plants in and near a Sonoran Desert Biosphere Reserve. Pp. 55/69 in *Ironwood: an Ecological and Cultural Keystone of the Sonoran Desert* (G.P. Nabhan and J.L. Carr, eds.). Occasional Papers in Conservation Biology, No. 1, Conservation International, Washington DC, USA.
- Namkoong, G., T. Boyle, H-R. Gregorius, H. Joly, O. Savolainen, W. Ratnam and A. Young. 1996. Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators. CIFOR Working Paper No. 10. Centre for International Forest Research, Bogor, Indonesia.
- Namkoong, G., T. Boyle, G. Eriksson, H-R. Gregorius, H. Joly, A. Kremer, O. Savolainen, R. Wickneswari, A. Young, M. Zeh-Nlo and R. Prabhu. 1997. Criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: Conservation of genetic diversity. Centre for International Forest Research, Bogor, Indonesia. CIFOR (unpublished).
- Nepstad, D.C. and W. Schwartzman. 1992. Non-timber forest products from tropical forest – evaluation of a conservation and development strategy. *Advances in Economic Botany* 9. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA.
- Newton, A.C., J.P. Cornelius, P. Baker, A.C.M. Gillies, M. Hernandez, S. Ramnarine, J.F. Mesen and A.D. Watt. 1996. Mahogany as a genetic resource. *Botanical J. Linnean Society* 122:61-73.
- Nogueira-Neto, P. 1997. A proteção `a biodiversidade na Federação Brasileira após a Rio-92. Pp. 150/180 in *Rio 92: Cinco Anos Depois* (Cordani, U. G., Marcovitch & Salati, E. ed.). Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Estudos Avançados, USP, FBDS, Rio de Janeiro, Brazil.
- Oldfield, M.L. 1989. *The value of conserving genetic resources*. Sinauer Associates, Sunderland, USA.
- Oliver, W. 1999. An Update of Plantation Forestry in the South Pacific. SPC/UNDP/AusAID/FAO Pacific Islands Forests & Trees Support Programme, RAS/97/330, Working Paper No. 7, Suva, Fiji.
- Orlande, T., J. Laarman and J. Mortimer. 1996. Palmito sustainability and economics in Brazil's Atlantic coastal forest. *Forest Ecology and Management* 80:257-265.
- Palmberg, C. 1987. Conservation of genetic resources of woody species. En *Actas Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético*, Centro de Investigaciones e Experiencias Forestales (CIEF), Buenos Aires, Argentina, 6/10 April 1987.

- Patiño, F. 1997. Genetic resources of *Swietenia* and *Cedrela* in the neotropics: proposals for co-ordinated action. FAO of the United Nations, Rome, Italy.
- Pedersen, A.P. 2000. Identification of priority species for biodiversity and tree planting. Workshops 1998. Findings – selected excerpts. Workshop Report 7.0. FORGENMAP, Bangkok, Thailand.
- Peters, C.M. 1990. Plenty of fruit but no free lunch. *Garden* 14:8-13.
- Peters, C.M. 1992. The ecology and economics of oligarchic forests. *Advances in Economic Botany* 9:15-22.
- Peters, C.M. 1994. Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: an ecological primer. The Biodiversity Support Program. World Wildlife Fund, Washington, DC, USA.
- Peters, C.M. 1996. The ecology and management of non-timber forest resources. World Bank Technical Paper No. 322. The World Bank, Washington, DC, USA.
- Plumptre, A.J. 1995. The importance of seed trees for the natural regeneration of selectively logged tropical forest. *Commonwealth Forestry Review* 74:253-258.
- Poffenberger, M. (ed.) 1990. Keepers of the forest: land management alternatives in south-east Asia. Kumarian Press, Connecticut, USA.
- Prescott-Allen, R. and C. Prescott-Allen. 1984. Park Your Genes: Protected areas as *in situ* Genebanks for the Maintenance of Wild Genetic Resources. In *National Parks, Conservation and Development: The Role of Protected Areas in Sustaining Society* (J.A. McNeeley and K.R. Miller, eds.). IUCN/Smithsonian Institution Press, Washington DC, USA.
- Pyne, S., P.L. Andrews and R.D. Laven. 1996. *Introduction to Wildland Fire*. 2nd Edition. John Wiley & Son, New York, USA.
- Reti, I. 1996. Forestry and biodiversity conservation: a natural partnership. Paper presented to South Pacific Heads of Forestry Meeting, Port Vila, Vanuatu, 23/28 September, 1996.
- Robinson, J.G., K.H. Redford and E.L. Bennett. 1999. Wildlife harvest in logged tropical forests. *Science* 284:595-596.
- Savage, A.J.P. and P.S. Ashton. 1983. The population structure of the double coconut and some other Seychelles palms. *Biotropica* 15: 15-25.
- Sharma, R. 1999. Vulnerable and threatened plants of economic value – *Taxus baccata*. MFP News Vol IX, No. 1:17-18. Centre of Minor Forest Products, Dehradun, India.
- Shiva, M.P. and I. Jantan. 1998. Non-timber forest products from dipterocarps. Pp. 187/197 in *A Review of Dipterocarps – Taxonomy, ecology and silviculture* (S. Appanah and J.M. Turnbull, eds.). CIFOR/FRIM. Centre for International Forest Research, Bogor, Indonesia.
- Siwatibau, S., C. Bani and J. Kaloptap. 1998. SPRIG Rapid Rural Appraisal Survey of selected tree species in Vanuatu. Report by Island Consulting to SPRIG Project/ CSIRO Division of Forestry and Forest Products, Canberra, Australia.
- Snook, L.K. 1991. Opportunities and constraints for sustainable tropical forestry: lessons from the Plan Piloto Forestal, Mexico. Paper presented at the Humid Tropical Lowlands Conference: Development Strategies and Natural Resource Management, DESFIL Project, TR & D and the US Forest Service, Panama City, Panama, June 17/21. DESFIL V:65-83.
- Snook, L.K. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. Doctoral Dissertation, Yale School of Forestry and Environmental Studies. University Microfilms International #9317535, Ann Arbor, MI, USA.
- Snook, L.K. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in CITES. *Botanical J. Linnean Society* 122:35-46.

- Snook, L.K. 1998. Sustaining harvests of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) from Mexico's Yucatan forests: past, present and future. Pp. 61-80 in Timber, tourists and temples: conservation and development in the Maya forest of Belize, Guatemala and Mexico (R. Primack, D.B. Bray, H. Galleti and I. Ponciano, eds.). Island Press, Washington DC, USA.
- Stork, N.E., T.J.B. Boyle, V. Dale, H. Eeley, B. Finegan, M. Lawes, N. Manokaran, R. Prabhu and J. Soberon. 1997. Criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management.: Conservation of biodiversity. CIFOR Working Paper 17. Centre for International Forest Research, Bogor, Indonesia.
- Strahm, W. 1999. Threatened trees, p. 12. World Conservation 3-4/99. IUCN, Gland, Switzerland.
- Styles, B.T. and P.K. Khosla. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. Pp. 61/67 in Tropical trees: Variation, Breeding and Conservation (J. Burley and B.T. Styles, eds.). Linnean Society, London, UK.
- Sullivan, R. 1993. Mahogany: touchstone for tropical forest conservation. Pp. 85/96 in The proceedings of the Second Pan American Furniture Manufacturers' Symposium on Tropical Hardwoods (3/5/11/1992, Grand Rapids). Centre for Environmental Studies, Grand Rapids Community College, Michigan, USA.
- Sunderland, T.C.H. M-L. Ngo-Mpeck, Z. Tochoundjeu and A. Akoa. 1999. The ecology and sustainability of *Pausinystalia johimbe*: an over-exploited medicinal plant of the forest of central Africa. Pp. 67-77 in Non-wood forest products of central Africa: Current research issues and prospects for development (T.C.H. Sunderland, L.E. Clark and P. Vantomme, eds.). FAO of the United Nations, Rome, Italy.
- Tapisuwe, A., J. Whyte and S. Siwatibau. 1998. Participation in Conservation in Vanuatu – a field workers handbook. Island Consulting, Foundation of the Peoples of the South Pacific Regional Office, Port Vila, Vanuatu.
- Taulealo, T.I. and D. Ale. 1998. Uafato Conservation Area Resource Management Plan. Unpublished Report. South Pacific Regional Environmental Program, Apia, Samoa.
- Theilade, I., L. Graudal and E. Kjaer (eds.). 2000. Conservation of the genetic resources of *Pinus merkusii* in Thailand. DFSC Technical Note No. 58, Royal Forest Department (RFD), Thailand/Forest Genetic Resources and Management Project (FORGENMAP), Thailand/FAO of the United Nations, Italy/Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.
- Theilade, I., P.M. Sekeli, S. Hald and L. Graudal. 2001. Conservation plan for genetic resources of Zambesi teak (*Baikiaea plurijuga*) in Zambia. DFSC Technical Note, Forest Department, Ndola, Zambia/Forestry Department, FAO of the United Nations, Italy/Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark (in press).
- Thomson, L.A.J. and A. Uwamariya. 1998. *Endospermum medullosum*. Species digest for CABI Electronic Forestry Compendium.
- Tolhurst, K.G. and N.P. Cheney. 1999. Synopsis of the knowledge used in prescribed burning in Victoria. Department of Natural Resources and Environment, Melbourne, Victoria, Australia.
- Tompsett, P.B. and R. Kemp. 1996. DABATTS: Database of Tropical Tree Seed Research with special reference to the Dipterocarpaceae, Meliaceae and Araucariaceae. Royal Botanic Gardens Kew, for ODA, UK.
- TSP/DFSC. 1996. Integrated strategy for sustainable tree seed supply in the Sudan. Report prepared by L. Graudal and A. Thomsen. Tree Seed Project (Sudan) and Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark.
- Tucker, N. and T. Murphy. 1997. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the Wet Tropics of North Queensland. Forest

- Ecology and Management 99:133-152.
- Tuisese, S., P. Bulai, E. Evo, K. Singh, K. Jiko, T. Faka'osi, S. Napa'a, M. Havea and L.A.J. Thomson. 2000. A strategy for conserving, managing and better utilising the genetic resources of *Santalum yasi* (sandalwood) in the Kingdom of Tonga and Republic of Fiji. Report prepared by Department of Forestry, Fiji, Forestry and Conservation Division, Tonga under South Pacific Regional Initiative on Forest Genetic Resources (SPRIG/AusAID). CSIRO Forestry and Forest Products, Canberra, Australia.
- Tuxill, J. and G.P. Nabhan. 1998. Plants and protected areas. A guide to *in situ* management. WWF People and Plants Conservation Manual No. 3. Stanley Thornes (Publishers) Ltd. Cheltenham, UK.
- UICN. 1993. Parques para la Vida, pp. 175/176. UICN, Gland, Suiza.
- UICN. 1994. Directrices sobre Clases de Ordenación de las Áreas Protegidas. UICN / WCPA y WCMC, Gland, Suiza.
- UICN. 1998. Lista de Áreas Protegidas de Naciones Unidas 1997. Elaborado por WCMC y WCPA. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU.
- UNESCO. 1988. Convenio sobre la Protección del Patrimonio Cultural y Natural Mundial. Informe de la Duodécima Reunión del Comité del Patrimonio Mundial, Brasilia, Brasil, 5 a 9 de diciembre de 1988. Documento SC-88/CONF.001/13.
- Vasquez, R. and A.H. Gentry. 1989. Use and misuse of forest-harvested fruits in the Iquitos area. *Conservation Biology* 3:350-361.
- Verissimo, A., P. Barreto, R. Tarifa and C. Uhl. 1995. Extraction of a high-value resource in Amazonia: the case of mahogany. *Forest Ecology and Management* 72:39-60.
- WCPA. 2000. Financing Protected Areas: Guidelines for Protected Area Managers. Financing Protected Areas Task Force of World Commission on Protected Areas in collaboration with the Economics Unit of IUCN. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Whitmore, T.C. 1966. Guide to the forests of the British Solomon Islands. Oxford University Press, London. UK.
- Whitmore, T.C. and J.A. Sawyer (eds.) 1992. Tropical deforestation and species extinction. IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London.
- Wilkie, D. 1999. CARPE and non-wood forest products. Pp. 3/16 in Non-wood forest products of central Africa: Current research issues and prospects for development (T.C.H. Sunderland, L.E. Clark and P Vantomme, eds.). FAO of the United Nations, Rome, Italy.
- Williams, P.H. and M.B. Araújo. 2000a. Integrating species and ecosystem monitoring for identifying conservation priorities. *European Nature* 4:17-18.
- Williams, P.H. and M.B. Araújo. 2000b. Using probabilities of persistence to identify important areas for biodiversity conservation. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences* 267:1-8.
- Wilson, J.R. 1980. The Praslin National Park, A draft management plan.
- Woodford, J. 2000. The Wollemi Pine – the incredible discovery of a living fossil from the age of the dinosaurs. Text Publishing, Melbourne, Victoria, Australia.
- Yanchuk, A.D. 2001. A quantitative framework for breeding and conservation of forest tree genetic resources in British Columbia. *Canadian J. Forestry Research* / 31:566-576.







## SIGLAS

|        |   |
|--------|---|
| AC     | área de conservación  |
| AFLP   | polimorfismo de longitud en fragmentos amplificados                       |
| AP     | área protegida  |
| CBD    | Convenio sobre Diversidad Biológica                                       |
| CGIAR  | Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional               |
| CIDA   | Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional                       |
| CIFOR  | Centro de Investigación Forestal Internacional                            |
| CITES  | Convenio sobre el Comercio Internacional de Especie Amenazadas            |
| CMU    | Universidad de Chiang Mai   |
| CNSF   | Centro Nacional de Semillas Forestales, Burkina Faso                      |
| COLP   | Código de Prácticas de Aprovechamiento Maderero                           |
| CSFD   | Centro de Semillas Forestales de Danida                                   |
| Danida | Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional                           |
| dap    | diámetro a la altura del pecho  |
| FAO    | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| FORRU  | Unidad de Investigación de Restauración Forestal, Tailandia               |
| I&D    | investigación y desarrollo  |
| INIFAP | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias          |
| IPGRI  | Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos                         |
| MAB    | Programa de la UNESCO “El Hombre y la Biosfera”                           |
| ONG    | organización no gubernamental   |
| PFNM   | productos forestales no maderables  |
| PN     | parque nacional   |
| PNG    | Papua Nueva Guinea  |
| PNUMA  | Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente                        |
| RGF    | recursos genéticos forestales   |
| RIL    | Aprovechamiento de Impacto Reducido                                       |
| RNA    | regeneración natural asistida   |
| SIM    | Internacional de misiones cristianas                                      |
| SPBCP  | Programa de Conservación de la Biodiversidad del Pacífico Sur             |
| SPREP  | Programa Ambiental Regional del Pacífico Sur                              |
| SPRIG  | Iniciativa Regional del Pacífico Sur sobre Recursos Genéticos Forestales  |
| TSP    | Programa de Semillas de Árboles, Sudán                                    |
| UICN   | Unión Mundial para la Conservación  |
| UNESCO | Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas      |
| UOF    | unidad de ordenación forestal   |
| VPAI   | Iniciativas de Áreas Protegidas de Vanuatu                                |
| VSFUP  | Proyecto Forestal Sostenible de Vanuatu                                   |
| WCMC   | Centro Mundial de Seguimiento de la Conservación                          |
| WCPA   | Comisión Mundial de Áreas Protegidas                                      |
| WWF    | Fondo Mundial para la Vida Silvestre                                      |





# ÍNDICE

## A

*Abies*, 6, 11, 33, 61  
*Acacia*, 10, 23, 46, 50, 57  
*Adenantha*, 54  
África occidental, 23, 31, 55  
*Afzelia*, 53  
*Agathis*, 39, 58, 61, 63  
*Aglaia*, 56  
agrosilvicultura, 54  
alelos, 21  
alozimas, 39, 58  
*Alstonia*, 23  
Amazonia Brasileña, 11, 42  
América Central, 9, 23, 24, 26, 53  
*Aquillaria*, 39, 53  
Arabia Saudí, 53  
*Araucaria*, 58  
árboles padre, 33  
áreas protegidas, v, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 12, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 60, 63, 68, 69, 72  
Asia, 40, 41, 53  
*Aubreginia*, 56  
*Aucoumea*, 23  
Australia, 33, 35, 37, 50, 53, 55, 58, 60, 61, 63  
autoecología, 21  
autofecundación  
*Azadirachta*, 53

## B

*Baikiaea*, 7, 12, 36, 59, 60, 61  
*Baillonella*, 39  
bambú, 39  
bancos genéticos, 1, 69  
Belize, 53  
*Bertholletia*, 12, 42  
Bhutan, 53  
Bolivia, 24, 25, 27  
Bosques oligárquicos, 42  
Botswana, 53  
Brasil, 9, 10, 11, 24, 27, 40, 41, 53, 56, 61, 63  
Brunei Darussalam, 53  
Burkina Faso, 10, 53

## C

*Calamus*, 39, 54  
*Calophyllum*, 23, 67

cambio climático, v, 49, 71  
 Camerún, 40  
 Canarium, 23, 67  
 Carapa, 23  
 carga genética, 33  
*Cariniana*, 61  
*Caryota*, 39, 54  
*Casuarina*, 46  
 caudal genético, flujo genético, 43, 51  
 caza, 30  
*Ceasalpineia*, 61  
*Cecropia*, 23  
*Cedrela*, 61  
*Cedrelinga*, 23  
 China, 56  
 claras, 28, 34, 43  
 Colombia, 53  
 competencia, 34, 36, 42, 50  
 comunidades, 2, 3, 11, 15, 16, 17, 42, 61, 63, 69  
 comunidades locales, 2, 3, 11, 16, 42, 63, 69  
 conservación (de un recurso): v, vi, 1, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 21, 23, 32, 33, 34, 37, 38, 40, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 63, 68, 71, 72  
 conservación de árboles, 54  
 conservación genética, 2, 3, 5, 6, 7, 12, 15, 16, 20, 21, 32, 50, 51, 68  
*Cordia*, 56  
 Corredores de vegetación, 11, 49  
 cortafuegos, 36, 48, 57, 65  
 Costa Rica, 24, 53  
*Costcinium*, 39  
*Cotylelobium*, 53  
 criopreservación, 27  
 cruzamiento lejano, 25, 32, 33, 34, 39  
 Cuba, 26, 53  
*Cycnometra*, 23  
**D**  
*Dacrydium*, 56  
*Dalbergia*, 23  
*Decussocarpus*, 23  
 Deforestación o desforestación, 46  
 desbroce, 18, 43  
*Dillenia*, 23  
 Dinamarca, 7, 11, 53  
*Diospyros*, 54  
*Dipterocarpus*, 23, 53  
 disgénico, 29  
 diversidad biológica, v, 16, 23, 29, 34, 37, 42, 43, 49, 50, 66, 68, 69  
 diversidad genética, v, 26, 34, 37, 39, 40, 41, 47, 56, 68, 72  
*Durio*, 53  
*Dypsis*, 56  
**E**  
 ecosistema, v, vi, 1, 2, 5, 6, 8, 15, 16, 22, 33, 35, 36, 40, 42, 43, 47, 46, 49, 50, 51, 61, 64, 67, 69, 72

ecotipo, 64  
ecotipos, 6  
Ecuador, 53, 56  
EEUU, 56  
encapsulación, 27  
endemismo, 7, 23, 50  
*Endospermum*, 18, 19, 23, 33, 55, 67  
*Entandrophragma*, 23, 31  
*Erythrina*, 48  
*Eschweilera*, 23  
especies, v, 1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 16, 21, 23, 28, 29, 30, 33, 34, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 49, 50, 51, 52, 55, 60, 61, 68, 69, 71, 72  
especies (cruzamiento lejano), 25, 32, 33, 34, 39  
especies adaptadas al fuego, 36  
especies clave, 10, 12, 16, 22, 35, 64, 65  
especies elegidas, 1, 2, 5, 15, 28, 38, 50, 61, 65  
especies indígenas, 43  
especies pioneras (colonizadoras), 18  
*Eucalyptus*, 23, 33, 36, 46, 55, 61, 63  
*Euterpe*, 40, 42  
ex situ (conservación): 1, 3, 6, 7, 13, 18, 19, 27, 51, 58, 69, 72  
aprovechamiento maderero, 16, 17, 20, 21, 23, 28, 29, 30, 34  
aprovechamiento maderero (caminos), 17, 19, 30, 34, 56  
aprovechamiento maderero (daños), 17, 21, 23, 30, 32, 33, 36, 57, 58  
aprovechamiento maderero (después de la), 9, 16, 30, 32, 61  
aprovechamiento maderero (empresas), 30  
aprovechamiento maderero (planes), v, 10, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 27, 30, 32, 61, 64, 65, 67, 69, 72  
extinción, 9, 23, 24, 41, 55, 71

## **F**

*Faidherbia*, 45  
fauna y flora, 22, 24, 30, 39, 40, 47, 48, 51, 52, 64, 69  
fenotipo, 29, 32, 34  
fibras en espiral, 34  
*Ficus*, 16, 48  
Fiji, 26, 27, 30, 40  
Finlandia, 8, 11  
flujo de genes, 15, 16, 38  
fragmentación, 22  
fuego, 22, 35, 36, 37, 48, 57, 59, 65, 68

## **G**

*Garcinia*, 54  
*Gmelina*, 23, 48  
*Goupia*, 23  
*Guarea*, 23  
Guatemala, 27

## **H**

*Heliocarpus*, 23  
heterozigosis, 39, 40  
*Hevea*, 12, 42  
*Hibiscadelphus*, 56  
*Hopea*, 23, 53  
*Hovenia*, 48

*Hymenaea*, 9, 23

*Hypsipyla*, 27

## **I**

*in situ* (conservación): vi, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 19, 20, 24, 34, 43, 50, 51, 53, 55, 63, 69, 71, 72

incienso, 41

indicadores genéticos, 37

Indonesia, 18, 41, 53

inflorescencia, 39

*Inga*, 23, 56

intracruzamientos, 33

intracruzamiento, 22, 28, 31, 33, 38, 56, 58

*Intsia*, 23, 53, 67

Islas Salomón, 18

isozima, 39

Italia, 61

## **J**

*Jacaranda*, 23

## **K**

*Khaya*, 23

## **L**

*Licania*, 23

*Lodoicea*, 55, 57

*Lophira*, 23

*Lovoa*, 23

*Loxococcus*, 54

## **M**

*Macaranga*, 18, 23

Madagascar, 56

*Maesopsis*, 23

*Maillardia*, 56

Malasia, 56

mamíferos, 10, 39, 46, 64

*Manilkara*, 23

*Mansonia*, 53

medicinas, 41

*Melia*, 48

*Merremia*, 18, 19

metapoblación, 50

México, 9, 16, 24, 25, 27

migración, 38

*Milicia*, 39

minería, 49, 56, 61

monocíclico, 28, 94

*Musanga*, 23

*Myristica*, 16, 54

## **N**

Namibia, 53

Níger, 45

Nueva Caledonia, 56

## **O**

*Ochroma*, 23

*Ocotea*, 23  
*Octomeles*, 23  
*Olea*, 23  
*Olneya*, 16  
**P**  
 Pacífico Sur, 11, 16, 18, 41, 66, 67  
*Palaquium*, 23, 54  
 Panamá, 53, 56  
 Papua Nueva Guinea, 18, 36, 39, 41  
*Paraserianthes*, 23  
*Parashorea*, 23  
*Parasponia*, 23  
*Parinari*, 23  
*Parsania*, 56  
 participación, 2, 3, 12, 27, 42, 48, 60, 61, 63, 66, 69, 71, 72  
*Pausinystalia*, 23, 39  
 perturbación del suelo, 24  
*Phyllanthus*, 41  
*Phytophthora*, 58  
*Picea*, 8, 11, 33  
*Pinus*, 7, 12, 33, 46, 55  
*Piptadeniastrum*, 23  
*Pittosporum*, 56  
 plan de ordenación forestal o plan de trabajo: 8, 64, 65, 67  
 plantación, 1, 15, 26, 27, 34, 43, 45, 46, 47, 48, 65, 68  
 población, v, 1, 5, 6, 7, 10, 12, 16, 21, 29, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 49, 50, 55, 61, 63, 68, 71, 72  
 población (dimensión), 6, 7, 11, 17, 18, 23, 25, 29, 49, 64, 65  
 población (dinámica), 72  
 población (estructura), v, 5, 6, 9, 16, 32, 35, 37, 41, 42, 47, 49, 50, 68, 71  
 poblaciones (silvestres), 1, 26, 51, 56, 58  
 poblaciones (viables), 3, 15, 52  
*Podocarpus*, 23  
 policíclico, 28  
 polinizadores, 10, 16, 22, 30, 40, 69  
 políticas, v, 3, 57, 63  
*Pometia*, 23, 45  
 Portugal, 56  
 productos forestales no maderables (PFNM), 3, 15, 20, 40, 42, 43, 64  
*Protium*, 23  
*Prunus*, 48  
*Pterocarpus*, 23, 39, 53  
 Puerto Rico, 26  
**Q**  
*Quercus*, 56  
 recursos genéticos, v, vi, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 72  
 regeneración natural asistida (RNA), 43, 45, 68  
 reservas extractivas, 12, 42  
 resinación, 40  
*Rhododendron*, 56



**S**

Samoa, 27, 45, 67

*Santalum*, 66, 67

*Sapindus*, 48

seguimiento (vigilancia), 13, 21, 32, 35, , 38, 42, 54, 65, 69

selección, v, 2, 6, 8, 12, 17, 20, 21, 22, 29, 30, 31, 34, 38, 43, 50

selección (árbol individual), 9, 18, 19, 24, 25, 34, 36, 39, 45, 50, 56, 67

selección (disgénica), 22, 29, 31

selección (silvicultural), 15, 30, 33, 63

selección fenotípica, 29, 34

semilla (dispersores), 9, 10, 16, 30, 40

semilla (viable), 3, 9, 15, 17, 32, 38, 39, 52, 54, 56, 58, 64, 65, 72

semillas, 9, 11, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 34, 39, 41, 47, 48, 59

semillas (recalcitrantes), 28, 33

Seychelles, 53, 55, 56, 57

*Shorea*, 23, 31, 53, 54, 56

Sistema de mejora genética, v, 26, 72

sobrepastoreo, 49

sostenibilidad, v, 19, 30, 37, 38, 42, 43, 69

Spondias, 48

Sri Lanka, 39, 40, 54, 55

Sudamérica, 9

Sudán, 7, 10, 11

*Swietenia*, 23, 24, 25, 26, 28

**T**

Tailandia, 7, 10, 12, 41, 46, 47, 48, 52, 53

Taiwan, 56

Tanzania, 53

*Taxus*, 39

*Tectona*, 7, 10, 11, 12, 23, 31, 32, 52

*Terminalia*, 23, 67

terrenos degradados, 43

Tonga, 56

*Toona*, 23

*Trema*, 23

*Triplochiton*, 23

tubérculos leñosos, 37

**U**

Uganda, 31, 53

**V**

Vanuatu, 18, 19, 20, 26, 33, 55, 61, 63, 67

variación genética, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 26, 28, 37, 39, 47, 50, 51, 55, 58, 65

Variación genética intraespecífica, v, 39

Venezuela, 53

verificadores demográficos, 37, 38

*Vismia*, 23

vivero de árboles, 47

**W**

*Wollemia*, 55, 58

yemas epicórmicas, 37

**Z**

Zambia, 7, 12, 36, 53, 59, 60, 66

Zimbabwe, 53

zonas de amortiguación, 19, 36, 49, 54, 65, 68

zonas genecológicas, 6, 7, 59





# GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

**AGROSILVICULTURA** Sistema de ordenación de recursos naturales que, mediante la integración de los árboles en las fincas agrícolas y en el panorama agrícola, en general diversifica y sostiene la producción para obtener unos mayores beneficios sociales, económicos y ambientales para los usuarios de las tierras 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 los mismos rasgos o procesos de desarrollo y pueden mutar, de uno a otro. Pueden afectar al fenotipo cuantitativa y/o cualitativamente.

**ALOZIMAS** Isozimas (proteínas) cuya síntesis está normalmente controlada por alelos codominantes heredados en proporciones mendelianas monogénicas y que destacan como modelos asociados en la electroforesis.

**APOMIXIS** Sustitución de la reproducción sexual por un tipo de reproducción asexual. Existen diversos tipos que se denominan apomixis diploide y haploide, apogamia, aposporia, embriones nucleares y partenogénesis.

**ÁRBOLES PADRES** Productores de polen o de óvulos de las especies elegidas o prioritarias (en mejora genética, los árboles cuyos óvulos se fecundan mediante polinización controlada deben denominarse árboles-madre).

**AUTOECOLOGÍA** Ecología de especies individuales.

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

**AUTO-INCOMPATIBLE** Individuos incapaces de producir descendencia viable mediante autopolinización debido a un mecanismo fisiológico (barrera) controlado genéticamente que evita la autofertilización o el desarrollo de la semilla.

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

**BOSQUES OLIGÁRQUICOS** Bosques dominados únicamente por una o dos especies principales.

**CARGA GENÉTICA** Acumulación de genes nocivos.

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

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

**CLÍMAX** Período de equilibrio que se alcanza como resultado de la reducción gradual del desarrollo continuado de una comunidad vegetal. Se distingue por el hecho de que se mantiene por sí misma. Las condiciones que crea son estables únicamente para los descendientes de su propia clase. Etapa terminal en la sucesión ecológica para un ambiente determinado.

**CONSERVACIÓN (de recursos genéticos)** Ordenación del uso humano de los recursos genéticos de tal modo que puedan dar 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 (de un recurso)** Acciones y políticas que garantizan su disponibilidad y existencia continuadas.

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

**CORREDORES DE VEGETACIÓN** Fajas de vegetación, que sirven para conectar distintas manchas del paisaje. Mediante los corredores se hace posible el flujo de genes entre poblaciones que, en caso contrario, estarían aisladas.

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

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

**CRUZAMIENTO LEJANO** Polinización cruzada entre plantas de diferentes genotipos.

**DICOGAMIA** Maduración de las flores masculinas y femeninas o de parte de las flores en épocas diferentes, lo que favorece la polinización cruzada.

**DIMENSIÓN EFECTIVA DE LA POBLACIÓN** Número de individuos de una población ideal que tienen el mismo nivel de deriva genética y de intracruzamiento que la población de que procede.

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

**DISGÉNICO** Perjudicial para las cualidades genéticas de las futuras generaciones. El término se aplica especialmente a los deterioros inducidos por el hombre como puede suceder a través de 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 se influyen mutuamente como una unidad funcional.

**ECOTIPO** Raza o grupo intraespecífico que tiene caracteres distintivos resultantes de presiones selectivas del ambiente local.

**ENCAPSULACIÓN** Proceso de inclusión de material orgánico frágil en una envoltura protectora y nutritiva, normalmente de naturaleza semisólida. Se utiliza para plantar o trasladar embriones somáticos ya sea individualmente o en filas.

**ENDEMISMO** Categoría taxonómica, cuya existencia natural está reducida a una cierta región y cuya distribución es relativamente limitada.

**EROSIÓN GENÉTICA** Pérdida gradual de diversidad genética.

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

**ESPECIES CLAVE** Especies que tienen gran influencia en la estructura y funcionamiento del ecosistema que no son sustituibles por ningún otro miembro de la comunidad.

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

**EX SITU (CONSERVACIÓN)** Conservación de componentes de la 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.

**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 creación de áreas de discontinuidad.

**GEN** En el genoma de un organismo, una secuencia de nucleótidos (secuencia DNA) 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 que se consideran.

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

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

**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.

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

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

**Marcador DNA** Un segmento distintivo y fácilmente identificable de DNA.

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

**MONOCÍCLICO** En los sistemas de aprovechamiento monocíclicos los árboles de la masa se cortan simultáneamente al final del período de rotación.

**PLAN DE ORDENACIÓN FORESTAL O PLAN DE TRABAJO** Plan de 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 cierta medida de otros grupos similares.

**POLICÍCLICO** Los árboles de la masa se cortan parcialmente al final del período de rotación, dejándose algunos árboles durante varias rotaciones.

**POLINIZADOR** Organismo vivo que traslada el polen, p.ej. insectos, aves o murciélagos.

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

**SEMILLA ORTODOXA** Semilla que es tolerante a la desecación.

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

**SISTEMA DE REPRODUCCIÓN** Sistema que utiliza una especie para su reproducción. Hay varios sistemas naturales en los vegetales: (i) Hibridación lejana (exogamia, reproducción cruzada) es un sistema de apareamiento en el que la unión tiene lugar entre individuos menos relacionados entre sí que la media de las parejas de la población elegida al azar. (ii) Intracruzamiento (endogamia, autofecundación) es el cruzamiento de individuos que están más íntimamente relacionados genéticamente que los individuos que se aparean al azar, especialmente cuando ello se repite durante varias generaciones sucesivas. (iii) Reproducción clonal. Una especie puede utilizar uno o más de estos sistemas.

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

**TRAMO FORESTAL** Unidad de terreno forestal permanente, reconocible geográficamente, que sirve como base para la prescripción y registro permanente de todas las operaciones forestales.

**TUBÉRCULO LEÑOSO** Masa de yemas vegetativas y tejidos vasculares asociados que contiene importantes reservas alimenticias.

**UNIDAD PANMÍCTICA** Población local en que existe un apareamiento totalmente aleatorio.

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

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

**YEMAS EPICÓRMICAS** Yemas, producidas bajo la corteza, que pueden traducirse en ramas que salen del mismo tronco de un árbol.

**ZOG** Zona de ordenación genética.

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

**ZONAS GENEALÓGICAS** Genética de poblaciones en relación con los hábitats.





**Danida Forest  
Seed Centre**



Esta guía es el segundo volumen de una serie de tres que trata de la conservación de los recursos genéticos forestales (árboles y arbustos). Este volumen está orientado a la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales. Su principal finalidad es demostrar los beneficios que pueden obtenerse a corto y largo plazo mediante la conservación genética y proporcionar una orientación sobre estrategias y metodologías de conservación *in situ* para planificadores, responsables de las decisiones y profesionales dedicados a las actividades diarias de campo en materia de conservación forestal y de ordenación forestal. Mediante ejemplos y estudios de casos, esta guía pretende también aclarar las diferencias y características complementarias de la conservación de los ecosistemas y de la conservación *in situ* de la variación genética, en y entre las especies elegidas para conservación; la compatibilidad de la conservación y la utilización racional de los recursos; y los beneficios a corto y largo plazo que se pueden obtener mediante la conservación genética.