

Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales

Principios y conceptos



Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales

Principios y conceptos

Basado en el trabajo de
R.H. Kemp,
con revisión científica de
G. Namkoong y F.H. Wadsworth

ESTUDIO FAO
MONTES

107

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Roma, 1995

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-30
ISBN 92-5-303309-6

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse al Director de Publicaciones, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1995

PROLOGO

El crecimiento demográfico y la presión del desarrollo social y económico están conduciendo a la destrucción y degradación de los hábitats naturales incluyendo los bosques y tierras forestales, en proporciones cada vez mayores. La pérdida de los recursos naturales y la degradación de la tierra afectan ya a las economías y el bienestar de las personas en muchos países, especialmente en los trópicos. La pérdida de hábitats conduce de forma acelerada a la destrucción de recursos genéticos que son de importancia fundamental para la adaptación y mejora de las especies vegetales cultivadas en la actualidad, y de aquellas cuyo valor se está aún por descubrir.

Hoy se admite por lo general que el actual sistema de áreas protegidas no es suficiente por sí mismo para proporcionar la cobertura geográfica y biológica necesaria para conservar tanto la excepcional diversidad de los bosques tropicales como los recursos genéticos de las principales especies que los componen. Se admite también que, para lograr el éxito, la conservación se debe contemplar no como una limitación sino como una parte integrante del desarrollo.

Aunque las intervenciones de ordenación forestal causan cambios más rápidos en la composición de los ecosistemas que las fuerzas naturales y, a veces, aceleran o alteran también los cambios seriales, tales intervenciones pueden hacerse compatibles con la conservación de los recursos genéticos de las especies en uso. La utilización sostenida de los bosques para satisfacer las necesidades de hoy, acompañada con el mantenimiento de una red de áreas dedicadas a la protección de los ecosistemas y de sus funciones, proporciona la única solución para la conservación genética duradera.

De acuerdo con su mandato, la FAO ha publicado durante los últimos 40 años una serie de manuales sobre la ordenación sostenible de los bosques tropicales, completada, en los últimos 20 años, por guías sobre la conservación de los recursos genéticos forestales. En estos documentos se ha insistido repetidamente en la viabilidad técnica de unir ordenación forestal con conservación.

El presente estudio constituye una primera etapa hacia un planteamiento más sistemático de la formulación de directrices que armonicen la utilización sostenible y la conservación de los recursos genéticos de los árboles del bosque tropical. Muchas de las intervenciones de ordenación forestal prescritas en la actualidad, con mínimos ajustes, podrían resultar menos perjudiciales para los intereses de la conservación. Por otro lado, se podrían establecer algunos arreglos en las actuales metodologías para la conservación de los recursos genéticos forestales que podrían ayudar a alcanzar las metas principales de la conservación, satisfaciendo al mismo tiempo la acuciante necesidad actual de bienes y servicios medioambientales que el bosque proporciona.

Este documento esboza algunas prácticas de ordenación forestal actuales, ilustradas con estudios monográficos de tres países tropicales. Se analizan brevemente las estrategias y metodologías disponibles para la conservación de los recursos genéticos forestales a la luz de su compatibilidad con el uso sostenible de los recursos objeto de conservación. Se tiene previsto publicar en un futuro próximo un volumen complementario del presente estudio, en el que se proporciona una orientación más específica sobre la ordenación de tipos particulares de bosque y de especies arbóreas, en situaciones en las que se conceden diferentes grados de prioridad a la producción y a la conservación respectivamente, satisfaciendo, al mismo tiempo, al menos algunas de las necesidades de estos dos aspectos complementarios.


J. P. Lanly
Director

Dirección de Recursos Forestales
Departamento de Montes

This One



TSTW-6Q4-4BH9

Agradecimientos

El presente estudio se ha basado en el trabajo del Sr. R. H. Kemp del Reino Unido y fue llevado a cabo bajo la orientación técnica del personal de la Dirección de Recursos Forestales de la FAO. El profesor Gene Namkoong (EE.UU.) y el Dr. F. H. Wadsworth (EE.UU.) efectuaron la revisión científica del documento, que también dispuso de los comentarios del Dr. J. Wyatt-Smith (Reino Unido) y otros colegas de UICN, Unesco, el Jardín Botánico Real de Kew (Reino Unido) y el Instituto Forestal de Oxford (Reino Unido). Agradecemos al Dr. D. Boshier por haber proporcionado información relativa a *Cordia alliodora* (ver el Apéndice 1), y a la Administración para el Desarrollo de Ultramar (ODA, Reino Unido) por haber proporcionado información y material relacionado con los estudios monográficos de Ghana e India. Se han hecho además valiosas aportaciones por parte de J. R. Palmer, M. E. D. Poore y T. J. Synnott, entre muchos otros.

Sin embargo, la mayor parte del mérito de las realizaciones en el campo, en las cuales se ha basado la información de este documento, se debe a la dedicación del personal forestal nacional y de otras personas de los países afectados. Se reconoce con gratitud el profundo interés de los forestales profesionales por la naturaleza, complejidad y funcionamiento de los bosques naturales y su apertura y buena disposición para examinar estos temas y compartir sus profundos conocimientos en beneficio común.

INDICE

Página

Resumen analítico	vii
--------------------------	------------

Glosario	xi
-----------------	-----------

Clave de siglas	xiv
------------------------	------------

PARTE I

1. Introducción	1
------------------------	----------

2. Naturaleza de los recursos genéticos forestales	5
---	----------

2.1 Niveles y estructura de la diversidad genética	5
--	---

2.2 Conservación de los ecosistemas	6
-------------------------------------	---

2.3 Conservación de las especies principales	7
--	---

2.4 Conservación de las procedencias	7
--------------------------------------	---

2.5 Valores de la diversidad genética	8
---------------------------------------	---

2.6 Valores de uso y de opción	8
--------------------------------	---

2.7 Valor de precaución	9
-------------------------	---

2.8 Valor de existencia	9
-------------------------	---

2.9 Determinación de las áreas de conservación	10
--	----

2.10 Relaciones con los bosques de producción	10
---	----

2.11 Tamaño de las áreas de conservación	11
--	----

2.12 Conservación dinámica	11
----------------------------	----

2.13 Trastornos de la composición y sucesión	12
--	----

2.14 Explotación forestal y diversidad genética	12
---	----

3. Repercusiones de la ordenación en los bosques de producción	15
---	-----------

3.1 Continuidad y control	15
---------------------------	----

3.2 Influencias económicas y de mercado	16
---	----

3.3 Inventario forestal	18
-------------------------	----

3.4 Dinámica del bosque	21
-------------------------	----

3.5 Regeneración	22
------------------	----

3.6 Silvicultura	25
------------------	----

3.7 Extracciones de madera	27
----------------------------	----

3.8 Productos Forestales No Madereros (PFNM)	30
--	----

3.9 Participación de la población local	32
---	----

4. El futuro de los bosques tropicales	35
---	-----------

4.1 Población y aprovechamiento de la tierra	35
--	----

4.2 Demanda de madera y mercado internacional	36
---	----

4.3 Bosques tropicales e intereses medioambientales	39
---	----

4.4 Sistemas de áreas protegidas	41
----------------------------------	----

4.5 Zonas tampón forestales	43
-----------------------------	----

5. Estrategias para la conservación <i>in situ</i> en los bosques de producción	45
--	-----------

5.1 Políticas nacionales	45
--------------------------	----

5.2 Información sobre la ordenación	48
-------------------------------------	----

5.3 Sistemas de ordenación	49
----------------------------	----

5.4 Planes de ordenación	51
--------------------------	----

PARTE II

ESTUDIOS MONOGRAFICOS	57
6. Ghana	59
6.1 La economía	59
6.2 El medio ambiente	59
6.3 Diversidad	60
6.4 Ordenación de la producción de madera	60
6.5 Objetivo político: asociar producción con conservación	61
6.6 Productos Forestales No Madereros (PFNM)	62
6.7 Sistemas de ingresos económicos forestales	63
6.8 Inventario forestal	64
6.9 Asignación de prioridades	66
6.10 Ordenación y explotación	67
6.11 Regeneración y silvicultura	68
6.12 Biología reproductiva	70
6.13 Integración y seguridad	70
7. Brasil: los bosques amazónicos	70
7.1 Marco jurídico	71
7.2 Establecimiento de prioridades	72
7.3 Opciones de ordenación	74
7.4 Bosques secundarios y productos forestales no madereros	75
7.5 Información, investigación y coordinación	75
8. India: los bosques del Ghat occidental, Karnataka	76
8.1 Política nacional	76
8.2 Los bosques del Ghat occidental	77
8.3 Estrategia para el desarrollo integrado y la conservación	78
Apéndice 1 Metodología de un estudio sobre la biología de reproducción y la genética de <i>Cordia alliodora</i>	81
Recuadro 1 Función de los bosques explotados en la conservación de la riqueza de especies y la diversidad genética	14
Recuadro 2 Ordenación de la diversidad mediante la diversidad en la ordenación	55
Bibliografía	87

Foto de la cubierta: Bosque recientemente talado, Sarawak (Malasia). R.H. Kemp

RESUMEN ANALITICO

Consideraciones generales

1. Hoy día, a nivel nacional e internacional, se reconoce cada vez más el valor de los bosques como recurso renovable y su función en la producción de una serie de bienes y servicios medioambientales. Entre estos últimos se incluye el papel de los bosques tropicales como fuente de materiales genéticos necesarios para la adaptación y mejora de las especies vegetales que actualmente están sometidas a cultivo y uso y de aquellas otras cuyo interés está aún por determinar.

2. El aumento demográfico y la presión que ejerce el desarrollo social y económico en la mayor parte de los países tropicales, contribuyen a crear una tendencia constante a la disminución de las superficies bajo cubierta forestal, a pesar del interés por el bosque tropical, y también han limitado fuertemente las posibilidades de extender los actuales sistemas de áreas de protección total.

3. Por tanto, a pesar de que la excepcional diversidad biológica de los bosques tropicales constituye un bien único, tanto a escala nacional como global, disminuye rápidamente la extensión e integridad de esta diversidad.

4. La disponibilidad constante de la diversidad y los recursos genéticos es fundamental para el desarrollo sostenible de las naciones. La conservación de los recursos genéticos de los árboles del bosque y de otras especies leñosas está íntimamente ligada a todas las demás formas de diversidad y es esencial para sostener los valores productivos y protectores del bosque.

5. A pesar de su importancia a nivel nacional y también local, los bosques que contienen especies arbóreas valiosas desde el punto de vista socioeconómico, rara vez han sido punto de mira al planificar y establecer áreas protegidas. Por ello, los bosques de producción ordenados juegan un papel clave en los programas dirigidos a la conservación de los recursos genéticos de estas especies arbóreas y son un complemento necesario a los esfuerzos de conservación que se despliegan en la ordenación de una área protegida.

6. Las intervenciones de ordenación en el bosque pueden estar dirigidas principalmente a la producción de madera, leña y otros productos, la protección del suelo y el agua o la conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos. Los objetivos de producción y protección se pueden hacer compatibles con el interés por la conservación mediante una planificación bien realizada y la coordinación intersectorial de las actividades a nivel nacional.

7. La preocupación internacional por la conservación de la diversidad biológica conducirá probablemente a un mayor apoyo a los países tropicales mediante ayudas y canales de comercialización. Puesto que ahora se reconoce ampliamente que el sistema de áreas protegidas es insuficiente por sí mismo para proporcionar la cobertura geográfica y biológica necesaria, esta ayuda debe dirigirse en el futuro a apoyar cada vez más la ordenación llevada a cabo prestando la debida atención a la conservación genética.

Conservación de los recursos genéticos forestales

8. Los recursos genéticos están asociados con los diferentes niveles de diversidad que existen en la naturaleza, desde ecosistemas hasta especies, poblaciones, individuos y genes. Estos niveles actúan entre sí íntimamente, y deben considerarse en conjunto cuando se definen los objetivos de conservación y se especifique la acción correspondiente.

9. La conservación de los recursos genéticos *in situ* depende de que se mantengan los componentes funcionales esenciales del ecosistema. Ello implica la planificación y ordenación

sistemática de las especies identificadas como objetivo en una red de áreas de conservación que incluirán áreas estrictamente protegidas y también bosques ordenados y reservas de uso múltiple.

10. Los bosques tropicales son dinámicos y están sujetos a cambios por las perturbaciones y la sucesión natural; la meta de la conservación no es congelar un determinado estado, sino cubrir un sistema en evolución dinámica.

11. La falta de información sobre la biología de una población, sus sistemas de reproducción y la variación genética de la mayor parte de sus especies arbóreas tropicales, limita las posibilidades de una ordenación consciente de los recursos genéticos. Es probable que el mantenimiento de una amplia base genética mediante la conservación de un conjunto de procedencias de las especies principales sea la opción disponible más segura hasta que se puedan obtener datos más adecuados.

12. Las medidas de conservación se deben planificar a nivel nacional, pero, para asegurar el éxito, deben estar estrechamente vinculadas a las políticas regionales y mundiales.

Conservación de recursos genéticos y ordenación forestal

13. La utilización sostenida de los bosques para satisfacer las necesidades actuales, acompañada del mantenimiento de una red de áreas dedicadas a la protección de los ecosistemas y de sus funciones, proporciona la única solución para una conservación genética duradera. En relación con las especies arbóreas tropicales que no están incluidas en los programas de plantación y cultivo, es especialmente importante armonizar la conservación y la ordenación para la producción de bienes y servicios.

14. El predominio de las fuerzas económicas y de mercado a corto plazo sobre consideraciones ecológicas y técnicas ha sido frecuentemente la causa de pasados fracasos para conseguir la sostenibilidad de la ordenación en los bosques naturales y la conservación de las especies utilizadas en los trópicos.

15. La información sobre la composición y el crecimiento del bosque es crítica tanto para la producción sostenible como para la conservación genética; para tratar de alcanzar ambos objetivos se pueden combinar extensos inventarios, que incluyan estudios botánicos, con muestreos de regeneración e información sobre productos forestales no madereros.

16. Algunas operaciones silvícolas, incluidas las manipulaciones del dosel de copas para favorecer a ciertas especies e individuos, pueden conducir a la reducción de la diversidad general de especies arbóreas en un rodal. Sin embargo, estas prácticas pueden también aplicarse con habilidad para mantener o restaurar la diversidad en áreas seleccionadas.

17. La explotación maderera es por lo común, hasta ahora, la única intervención ordenadora a gran escala en los bosques tropicales. Puede tanto reducir como reforzar la diversidad de las especies y la intraespecífica. Puede además contribuir al agotamiento o a la conservación de los recursos genéticos de las principales especies utilizadas, dependiendo de la distribución en el tiempo, intensidad, frecuencia y grado de discriminación que se emplee, y a la eficacia de la protección y ordenación de la regeneración subsiguiente.

18. La explotación maderera intensiva, a gran escala, en ciclos cortos de apeo, con escaso control de las extracciones, puede alterar la composición específica y dañar la estructura del bosque y la calidad del emplazamiento. El daño producido por la explotación es indiscriminado respecto a sus repercusiones sobre los recursos genéticos, pero una explotación intensa tiende a fomentar las especies pioneras. En este caso, se tendría que dedicar una atención especial a la conservación de poblaciones y especies excepcionales correspondientes a las últimas etapas de la sucesión.

19. Aunque el aprovechamiento de árboles maduros de buena calidad está entre los objetivos establecidos en la ordenación forestal dirigida a la producción de madera, las acuciantes demandas del mercado acompañadas de prácticas inadecuadas de ordenación forestal, pueden conducir a un tipo de extracción altamente selectivo y de efectos negativos (degradación genética) sobre el futuro desarrollo de la masa. La silvicultura exige, en buena ley, la extracción de "lo mejor", pero esto no se debe hacer sin considerar debidamente la regeneración potencial y la calidad de la producción de la próxima generación.

20. El aprovechamiento de los productos forestales no madereros ampliará el alcance de los objetivos de la ordenación y diversificará las intervenciones. Por tanto, esto puede aumentar las posibilidades de una ordenación sostenible y de la conservación de los recursos genéticos, ampliando la gama de especies que contribuyen a la producción y reforzando el apoyo que las comunidades locales pueden prestar a la conservación del bosque, mediante la obtención de beneficios directos para la población que vive en el bosque o en sus proximidades.

Medidas necesarias

21. La continuidad de la ordenación, basada en una información adecuada sobre la dinámica y la composición del bosque, es esencial para lograr los objetivos de producción y conservación en las superficies que actualmente están bajo la cubierta forestal. La ordenación forestal debe desarrollarse dentro del marco de planes establecidos, aceptables para todos los usuarios del suelo, y ejecutada por un personal bien capacitado, informado y motivado.

22. La contribución potencial de cada área de bosque de producción a la conservación de la diversidad y de los recursos genéticos de las especies que lo componen y al establecimiento de prioridades relativas entre áreas en términos de objetivos de producción y conservación, debe determinarse como parte de una estrategia integrada, basada en las políticas nacionales, con vínculos apropiados regionales e internacionales.

23. Las medidas integradas se extienden más allá de la ordenación de los bosques de producción y los áreas protegidas, e incluye aspectos de la industria forestal, comercialización y mercado, y otros sectores en el contexto de las políticas de desarrollo nacionales.

24. La participación de la población local que vive en el bosque o se beneficia directamente de él, es fundamental para el éxito de toda iniciativa de conservación y de ordenación a corto y largo plazo.

25. La elaboración de una **Estrategia Nacional para la Conservación de los Recursos Genéticos Forestales** es el medio más apropiado para asegurar la integración necesaria de las medidas a nivel nacional y definir los mecanismos institucionales apropiados para su puesta en práctica.

26. La elaboración de esta Estrategia Nacional para la Conservación es un núcleo esencial para unas medidas más amplias de conservación de la diversidad biológica terrestre. Proporcionará una base sólida y fiable para el considerable apoyo internacional necesario para conseguir los objetivos de conservación nacionales y mundiales.

27. La escala y la complejidad de los datos necesarios para lograr los objetivos nacionales de conservación, protección y producción, requerirá una labor de coordinación mediante algún tipo de **centro nacional de datos para la conservación**, que ayudará a facilitar y estimular la recogida de datos correspondientes, haciendo que sean fácilmente accesibles para su aplicación y uso en el campo, y establecerá vínculos internacionales.

28. Los sistemas específicos de ordenación forestal deben decidirse para cada bosque o unidad de ordenación de acuerdo con su papel particular en la Estrategia Nacional para la Conservación. Esto ayudará a conseguir un equilibrio apropiado dentro del conjunto del patrimonio forestal, con la debida ponderación entre los objetivos ecológicos y también socioeconómicos.

29. Se deberá conceder tal vez una atención y prioridad especiales a la conservación de los recursos genéticos forestales en ciertas áreas del patrimonio de bosques de producción, por ejemplo, en los bordes del área geográfica o ecológica de una especie, donde es probable que las poblaciones sean diferentes desde el punto de vista genético y donde pueden ser particularmente vulnerables a la ruptura de la continuidad.

30. Se debe prestar además una atención especial a los bosques secundarios, generalmente ricos en especies en varias fases de recuperación, y a la conservación de los recursos genéticos de las especies características del bosque en fase de madurez o clímax. En algún momento dado, esto puede implicar a veces la adopción de algunas limitaciones en la ordenación para producción, en áreas específicas del dominio natural de especies o comunidades seleccionadas.

31. Muchos aspectos prácticos de la asignación, duración y tipo de operaciones de la concesión, de importancia fundamental en la ordenación sostenible para madera y otros productos, influyen también de forma decisiva sobre las posibilidades de conservación de los recursos genéticos. Puede necesitarse un asesoramiento especial ecológico, taxonómico o de otro tipo en relación con los intereses de la conservación, por ejemplo, en la localización y las pautas de distribución de los árboles padre o las parcelas de bosque en que deben excluirse temporalmente toda extracción para asegurar la regeneración y el mantenimiento de niveles ideales de diversidad inter e intraespecífica.

32. En todos los aspectos de ordenación forestal y conservación, el no ajustarse a las normas de ordenación vigentes ha constituido hasta la fecha una causa común de daños innecesarios al emplazamiento, las existencias en crecimiento y la regeneración. En cada unidad de ordenación y a nivel nacional, deben aplicarse en forma constante medidas de vigilancia y control estrictos, basados en los criterios especificados en los correspondientes planes de ordenación forestal y en la Estrategia Nacional para la Conservación diseñada con las debidas consideraciones a los intereses medioambientales, técnicos, sociales y económicos.

33. Es preciso emprender investigaciones más intensas sobre muchos aspectos de la taxonomía, la dinámica de los bosques y el funcionamiento de los ecosistemas y las especies arbóreas en particular (incluyendo la biología de la reproducción), para alcanzar objetivos de producción y conservación. Es esencial determinar las prioridades y la coordinación en la investigación dentro de la Estrategia Nacional para la Conservación con el fin de aprovechar al máximo los limitados recursos científicos disponibles.

GLOSARIO

Alelo	Cualquiera de las diferentes formas de un gen que pueden ocupar la misma posición (locus) en un cromosoma (<u>ver</u> también <i>gen</i>).
Apomixis	Reproducción sin fecundación, de manera que la progenie es idéntica genéticamente al padre.
Autoecología	La ecología de una determinada especie en contraposición a la de las comunidades.
Diversidad biológica	La variedad de formas de vida, las funciones ecológicas que representan y la diversidad genética que contienen.
Bioma	La principal comunidad ecológica regional.
Clímax	Última fase de la sucesión ecológica.
Cromosoma	Cuerpo filiforme situado dentro del núcleo, que se compone principalmente de DNA (ácido desoxirribonucleico) y una funda proteínica, y contiene los genes que determinan la mayor parte de los rasgos hereditarios.
Corología	Descripción y delimitación de la distribución de una especie u otro taxón.
Comunidad	Un grupo de diferentes organismos en estrecha interdependencia y que habitan en un entorno común.
Conservación de los recursos genéticos	La ordenación de la utilización humana de los recursos genéticos de manera que puedan rendir el mayor beneficio sostenible para la generación actual, mientras que mantienen su potencial para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras (<u>ver</u> también <u>conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i></u>).
Paraclímax	Una etapa de la sucesión que se mantiene sin llegar al verdadero clímax p.ej., a causa del fuego.
Ecosistema	Una comunidad con su entorno físico como sistema funcional.
Endemismo	Presencia natural limitada a una localidad particular.
Conservación <i>ex situ</i>	Cualquier método de conservación que suponga la extracción de plantas individuales o material de propagación (semilla, polen, tejido) de su lugar natural de presencia, p.ej.: conservación "fuera de lugar" en forma de semilla, tejido o polen, en bancos de genes; en plantaciones; o en otras colecciones vivas, tales como rodales de conservación <i>ex situ</i> .
Frugívoro	Que se alimenta de frutos.
Gen	Unidad básica de la herencia; la entidad física que se transmite durante el proceso de la reproducción y que influye en los rasgos hereditarios de la descendencia. Los genes pueden existir bajo formas o estados diferentes llamados <i>alelos</i> .

Flujo genético	Intercambio de genes entre poblaciones debido a la dispersión de gametos o cigotos.
Reserva genética	La suma total del material genético de una población de individuos que se fecundan entre sí.
Diversidad genética	Componente hereditario de la variación. La diversidad genética sucede a nivel de gen, de individuo, de población, de especie y de ecosistema. La diversidad genética es un componente de la <i>diversidad biológica</i> (<u>ver</u> anteriormente).
Desviación genética	Cambios al azar que suceden por casualidad en la composición genética de pequeñas poblaciones aisladas.
Recursos genéticos	El valor económico, científico o social de los materiales hereditarios contenidos dentro de las especies y entre ellas.
Genotipo	Constitución genética de un individuo (conjunto particular de alelos).
Gremio	Un grupo de especies que tienen necesidades ecológicas y funciones similares en la comunidad, p.ej., las especies pioneras.
Endogamia	Unión sexual de individuos íntimamente emparentados.
Conservación <i>in situ</i>	Conservación "sobre el terreno" de los recursos genéticos de especies elegidas, dentro del ecosistema natural u original en el que aparecen, o en el lugar anteriormente ocupado por dicho ecosistema. A pesar de que el concepto se aplica con más frecuencia a poblaciones regeneradas naturalmente, por conservación <i>in situ</i> puede entenderse también la regeneración artificial, siempre que la plantación o la siembra se hagan sin una selección deliberada y en la misma área donde se recogieron las semillas u otros materiales de reproducción.
Isozimas	Variantes de una determinada enzima que desempeñan la misma función catalizadora pero mostrando la presencia de genes diferentes (<u>sin.</u> isoenzimas).
Especies fundamentales	Organismos que son fundamentales para el funcionamiento de un ecosistema (<u>sin.</u> mutualistas fundamentales, especies pivote; <u>ver</u> también Capítulo I, página 6).
Mutación	Cambio hereditario repentino en la constitución de un gen o de un cromosoma, que causa alteraciones en el número, estructura, tamaño o secuencia.
Origen	Para una masa de árboles autóctonos el origen es el lugar en que crecen los árboles; para una masa no autóctona el origen es el lugar desde el cual los materiales de reproducción fueron introducidos originalmente (<u>ver</u> también <i>procedencia</i>).
Exogamia	La unión sexual de individuos no emparentados (o lejanamente emparentados).

Fenotipo	El carácter observable de un individuo que resulta de la interacción del genotipo con el entorno.
Población	Grupo de individuos que se fecundan entre sí y ocupan un espacio particular, generalmente separado en algún grado de otros grupos similares.
Procedencia	Población de una especie referida a la localidad donde aparece; el lugar en el que crece cualquier masa de árboles (autóctonos o no) (<u>ver</u> también <i>origen</i>).
Bosque secundario	Bosques que han sufrido diferentes grados de perturbación como resultado de la práctica de la agricultura migratoria, o diferentes intensidades de extracción maderera, en oposición a los bosques supuestamente vírgenes, o los bosques en su fase de madurez que han conseguido más o menos el clímax de desarrollo.
Especie	En una o más poblaciones, los individuos que pueden fecundarse entre sí pero que no pueden intercambiar genes con miembros de otras especies.
Rodal o masa	Una comunidad de árboles que poseen suficiente uniformidad en su composición, constitución, edad, distribución espacial o condición que los distingue de otras comunidades adyacentes, de manera que forman una entidad silvícola o de ordenación.
Estocástico	Lo que está fundado en las propiedades de la probabilidad y la casualidad o variación al azar.
Ordenación forestal sostenible	Los aspectos administrativos, económicos, sociales, jurídicos, técnicos y científicos de la conservación y uso de los bosques, en el marco de un plan de uso de la tierra técnicamente viable y políticamente aceptado por la generalidad. Comporta diversos grados de intervención humana que se extienden desde las medidas orientadas a preservar y mantener el ecosistema forestal y sus funciones, hasta el favorecimiento de determinadas especies, o grupos de especies, social o económicamente valiosas, para mejorar la producción de bienes y servicios. El concepto sólo se puede definir más precisamente en términos de los objetivos de ordenación de un bosque en particular; sin embargo, los principios del desarrollo sostenible deberán incorporarse para "satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas propias". Por ello existen objetivos esenciales en común con la <i>conservación de los recursos genéticos</i> . Ambos conceptos se pueden aplicar con más eficacia y eficiencia en el contexto del patrimonio forestal nacional concebido como un todo.
Bosque tropical húmedo	Los bosques altos y densos de los trópicos, donde la estación seca es corta (4 meses) o inexistente. Incluye los bosques pluviales y los monzónicos (estacionales).

CLAVE DE SIGLAS

GCE	Grupo sobre la Conservación de Ecosistemas (en la actualidad incluye representantes de la FAO, Unesco, PNUMA, PNUD, UICN y WWF)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
WRI	Instituto Mundial sobre los Recursos

PARTE I

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La preocupación internacional por los bosques tropicales ha crecido intensamente durante la pasada década. Este período ha sido testigo de acontecimientos tales como: el comienzo del Programa de Acción Forestal Tropical (PAFT) como marco de actuación en el sector de los bosques tropicales, y la creación de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OITT) como foro para los consumidores y productores de madera tropical que actúan en el mercado internacional, así como el examen de los problemas de la deforestación a los más altos niveles internacionales, como son la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, los encuentros en la cumbre del Grupo de los siete países más industrializados y, por último, aunque no por ello menos importante, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Rio de Janeiro, Brasil, en junio de 1992. Al mismo tiempo, el proyecto de la FAO para la Evaluación de los Recursos Forestales de 1990 puso de relieve que la proporción y la escala de deforestación durante la pasada década fue aún mayor de lo previsto (FAO 1992c).

La cuestión primordial de cualquier solución al problema debe consistir en reconciliar la necesidad de desarrollo y de niveles mejores de vida de los países tropicales, basada en el uso sostenible de todos los recursos nacionales - incluyendo los bosques naturales - con la conservación de la capacidad de sus recursos genéticos para la renovación y adaptación al cambio de condiciones y necesidades. El problema es complejo, ya que está condicionado por otros aspectos de mayor amplitud, como el aprovechamiento de la tierra y el crecimiento demográfico, así como las repercusiones y las relaciones internacionales respecto de la deuda, el comercio y las ayudas. Parte de la dificultad que existe en la búsqueda de soluciones rápidas y efectivas reside en la gran complejidad de los bosques tropicales mismos. No hay uno, sino muchos miles de problemas en los bosques, no sólo en términos de las muchas variedades existentes de bosques xerofíticos, bosques higrofiticos, formaciones montañosas y costeras, sino también de las diferentes condiciones sociales y económicas que les rodean, y cada uno de esos problemas necesita un análisis y un tratamiento por separado.

La diversidad biológica es un aspecto de esta complejidad de los bosques tropicales que atrae ahora el interés internacional. Esto comporta una nueva apreciación de este particular valor de los ecosistemas forestales naturales, y se suma a sus valores de producción y medioambientales, los cuales, a menudo, han demostrado ser insuficientes para asegurar su protección. En las fórmulas aplicadas para determinar el valor económico de un área, las consideraciones sobre diversidad están en general escasamente representadas o son inexistentes, y se desestiman en comparación con las necesidades inmediatas de disponibilidad de tierras, la producción de alimentos y los beneficios procedentes, por ejemplo, de la producción intensiva de madera, mediante plantaciones de crecimiento rápido en lugar del bosque natural. Puesto que la población humana continúa aumentando, resulta cada vez más difícil de defender el coste de oportunidad de reservar extensas superficies sólo para conservar la diversidad biológica basándose en razones éticas y por unas "necesidades futuras" que a menudo no se concretan. Al mismo tiempo, las presiones para aumentar al máximo el volumen de madera obtenido a corto plazo y los beneficios procedentes de los bosques de producción, pueden constituir una creciente amenaza para la persistencia de los bosques naturales sometidos a sistemas de entresaca selectiva que reinviertan los fondos empleados y los beneficios en el cuidado y la ordenación de las áreas explotadas. Sin embargo, en la medida en que la conservación de la diversidad genética se pueda contemplar como uno de los servicios que presta el bosque natural sometido a una ordenación para usos múltiples, incluida la producción sostenible de madera a niveles apropiados, puede ser más fácil reconciliar los objetivos de desarrollo y conservación. La excepcional riqueza de los bosques tropicales respecto a la diversidad biológica ofrece en este sentido grandes posibilidades, siempre que se prevea de manera adecuada una ordenación eficaz.

Como consecuencia de la preferencia que se concede a otras opciones de usos de la tierra, la reducción progresiva en tamaño y el aislamiento creciente de las áreas de bosque natural que quedan en muchos países, se impone la necesidad de una ordenación cada vez más eficiente: en parte, para asegurar los máximos niveles de producción, con objeto de defender el bosque contra la creciente demanda de las poblaciones en crecimiento, pero también contra las crecientes tensiones que sufre el ecosistema a consecuencia de la pérdida del efecto "tampón" de las extensas superficies que rodean al bosque. Este cambio de situación puede producir efectos directos sobre las condiciones medioambientales en torno al bosque y también una influencia indirecta sobre los sistemas de reproducción y de dispersión de semillas de las especies arbóreas que dependen de vectores animales.

Los recursos genéticos constituyen la componente de diversidad genética en el bosque que se encuentra en uso actual o potencial, ya sea para producción o para mantener el bosque como un sistema en funcionamiento. La conservación de los recursos genéticos es absolutamente fundamental para el éxito a largo plazo de todas las otras formas de conservación de la diversidad (Riggs 1990) y es también esencial para la ordenación sostenible y productiva del ecosistema forestal donde estos recursos se encuentran. Hasta este punto, por tanto, la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales deberá reforzar la conservación y la ordenación de los bosques productivos y viceversa. Al mismo tiempo, los sistemas de parques nacionales y otras áreas de protección total tienen también un papel esencial, particularmente en la conservación tanto de una diversidad biológica cuyos valores de uso o de existencia son muy inciertos, como de los recursos genéticos de especies de importancia económica. Sin embargo, el espacio cubierto por el bioma bosque tropical dentro de estos sistemas es limitada y nunca satisfarán todas las necesidades de la conservación de recursos genéticos. Se necesitan, por tanto, nuevos planteamientos que integren las actividades de conservación a nivel nacional para obtener un máximo efecto tanto en los bosques de producción como en los sistemas de áreas de protección total.

La FAO posee un papel internacional destacado cuando se trata de asociar la ordenación de los bosques a la conservación de los recursos genéticos forestales, particularmente a través del Grupo de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales establecido en 1968. Tras la publicación en 1975 del libro "Metodología de la Conservación de los Recursos Genéticos Forestales" (FAO 1975), la FAO publicó en 1984 el "Manual sobre conservación *in situ* de los recursos genéticos de especies leñosas tropicales" (Roche y Dourojeanni 1984). En estos documentos se analizaban los resultados y las actividades de conservación de los recursos genéticos en el sector forestal. En el último documento se publicaron tres estudios monográficos relativos a Camerún, Malasia y Perú, que, además, analizaban el papel de los sistemas de áreas protegidas, incluidos los que se encuentran dentro de los bosques de producción, tales como las reservas de selva virgen en Malasia, las cuales fueron objeto de un examen detallado. Los principios y procedimientos establecidos en ambos documentos proporcionan todavía valiosas orientaciones sobre este tema. Desde entonces, la recopilación y la publicación de los estudios sobre las prácticas de ordenación en los bosques tropicales húmedos de África (FAO 1989b), Asia (FAO 1989c) y América Latina (FAO 1992a) junto con otros estudios más amplios del tema desde puntos de vista tanto de ordenación como ecológicos (por ej., Mergen y Vincent 1987; Wyatt-Smith 1987a; Poore 1989; Whitmore 1990; Gómez-Pompa y otros 1991), han proporcionado nuevas oportunidades para considerar el posible papel de los bosques de producción en relación con la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales. El Grupo de la FAO, en su séptima reunión en 1989, aprobó propuestas para actualizar y ampliar las orientaciones contenidas en la publicación de 1984 sobre la conservación *in situ* de especies madereras tropicales. Al hacer esto se decidió centrar los estudios sobre el papel que juegan los bosques tropicales sometidos a ordenación con vistas a la producción de madera u otros productos y servicios en la conservación de los recursos genéticos de las especies leñosas. Estas, particularmente los árboles más grandes y más longevos, son las que predominan a la hora de determinar el particular potencial genético del sistema.

La diversidad de los bosques tropicales es producto no sólo del gran número de especies presentes en una superficie determinada, sino de los cambios sucesivos en el tiempo, desde la colonización por especies pioneras de calveros o áreas despejadas hasta el bosque maduro "clímax", a través de una compleja sucesión de etapas. Las fuerzas económicas y la demanda del mercado han producido sistemas de ordenación dirigidos a simplificar y truncan la complejidad natural y la sucesión por etapas en el bosque, para concentrar el potencial de crecimiento en, relativamente, pocas especies y en ciclos cortos de apeo, con una reinversión muy limitada en actividades de ordenación. Esta situación, en la cual los planteamientos económicos a corto plazo han dejado de lado frecuentemente la preocupación ecológica, ha estado condicionada por el valor aparentemente bajo de la producción por unidad de superficie del bosque, expresado en cuotas y valor por metro cúbico de madera apeada en el bosque. Generalmente, esto ha sido incompatible con el nivel de inversión en ordenación necesario para conservar los recursos genéticos, incluso de las especies más importantes desde el punto de vista económico, excepto quizás y ocasionalmente, en aquellas pertenecientes a asociaciones pioneras o de rápido crecimiento invasoras de los calveros. Incluso, aún contando con un conocimiento muy limitado de la composición específica y de la variación intraespecífica de los bosques, está claro que gran parte de los recursos genéticos útiles, o potencialmente útiles, están en peligro de desaparición. La solución de este problema depende de un amplio conjunto de medidas integradas, dentro del cual la investigación científica y la gestión profesional de los bosques son sólo parte de esa solución.

El rápido ritmo de los cambios en la demanda y en las oportunidades de mercado, a menudo ha invalidado los objetivos de la ordenación y los programas de recogida de datos o las medidas silvícolas aplicadas para conseguirlos. El peligro de adoptar objetivos demasiado estrechos y a corto plazo es aún mayor cuando se trata de la conservación de los recursos genéticos, la cual tiene que considerar los posibles cambios en las necesidades y en las oportunidades a lo largo de períodos mucho más largos que los que suponen uno o dos turnos de corta. Es probable que estos cambios incluyan los rápidos avances en los medios empleados en manejar, manipular y recombinar el material genético. Al mismo tiempo, los avances en la tecnología de la información están transformando las posibilidades para interpretar grandes y complejos conjuntos de datos destinados a una mejor comprensión y uso de las relaciones funcionales en la ordenación de los bosques. Estos avances aumentan en gran medida las posibilidades de una ordenación para uso múltiple que incluya la conservación de los recursos genéticos. Un aspecto muy importante de estos planteamientos basados en el uso múltiple, tanto en lo relativo a la seguridad a largo plazo del ecosistema forestal como a la conservación de la diversidad genética, es la incorporación, dentro del sistema de ordenación, de los productos forestales no madereros y de los intereses de las comunidades locales.

Mientras en el pasado, con unos recursos más limitados para ordenar la complejidad del sistema y con unos objetivos en la ordenación más estrechos, la respuesta frente a la diversidad del bosque consistía en simplificar el sistema, concentrando las medidas de intervención en unas pocas especies - a menudo con resultados imprevisibles e inesperados -, en la actualidad, se ha visto que gran parte del valor actual y futuro del bosque natural reside en su diversidad genética. Una respuesta futura más apropiada para la ordenación de la diversidad será una mayor diversidad en la ordenación. Esto se puede conseguir de varias maneras y a varios niveles: desde el uso múltiple dentro de una misma área de bosque - ya sea simultáneamente, ya en etapas sucesivas, mediante la ordenación separada por tramos o cuarteles - hasta la ordenación integrada y diversificada de todo el patrimonio forestal nacional, abarcando bosques de producción, bosques protectores, áreas de conservación genética, redes de áreas protegidas, y áreas que combinen dos o más de estas funciones.

Incluso para la ordenación de recursos genéticos cuyo dominio natural sobrepasa los límites de la nación, las fronteras definen la última unidad de ordenación efectiva, en la cual la libertad y la eficacia para actuar deben ser acrecentadas además por la cooperación internacional. En última instancia, es el gobierno nacional el que ostenta el poder para formular las políticas necesarias sobre el territorio y el uso de los recursos que determinen la posibilidad de practicar la ordenación sostenida de los bosques y la conservación de la diversidad biológica de la nación y de sus recursos genéticos.

Cada país y, en gran medida, cada área forestal, son únicos en términos de sus recursos genéticos y de las estrategias apropiadas a nivel nacional y local de ordenación de los bosques, tanto desde el punto de vista productivo como de objetivos de conservación. Las posibilidades de éxito de los intentos de encontrar soluciones de ordenación a nivel de bosque individual, separándolas de su encuadramiento dentro de la política nacional de desarrollo, no sólo la referente a los bosques y al aprovechamiento de la tierra, sino también a la de la industria forestal, el comercio y las relaciones con otros sectores, no pueden ser sino muy limitadas.

Por esta razón, forma una extensa parte de este estudio general de las políticas y las actividades necesarias para relacionar la conservación con la producción forestal mediante una ordenación apropiada un estudio monográfico detallado de los problemas que se plantean respecto a la conservación de los recursos genéticos forestales en un país (Ghana) y de las medidas adoptadas para resolverlos, junto con otros ejemplos más breves que contrastan con el anterior tomados de otros dos países (India y Brasil). Estos estudios monográficos se presentan en la Parte II del presente documento.

En la Parte I del capítulo II se resumen brevemente los elementos esenciales de los recursos genéticos forestales. En el Capítulo III se examina la naturaleza y la extensión de las repercusiones de la ordenación orientada a la producción de madera sobre los recursos genéticos del bosque y algunas posibilidades de adoptar una ordenación para usos múltiples. En el Capítulo IV, se intenta prever el futuro de los bosques naturales, en términos de demanda internacional e interna de madera y otros productos, así como la probable influencia de otros factores, tales como el aumento demográfico y la preocupación medioambiental, incluido el interés internacional por la conservación de la diversidad biológica. Por último, en el capítulo V se hacen sugerencias para formular **Estrategias Nacionales para la Conservación de los Recursos Genéticos Forestales**.

En el Apéndice 1 se expone un ejemplo de la investigación cuidadosa que se necesita para suministrar información sobre la biología de reproducción y la genética de distintas especies principales dentro de una estrategia nacional.

En el futuro se espera completar el presente estudio con recomendaciones más detalladas dirigidas a armonizar la ordenación forestal sostenible con fines productivos, con la conservación *in situ* de las especies, procedencias y poblaciones utilizadas, en beneficio de estos dos objetivos complementarios.

CAPITULO 2

NATURALEZA DE LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES

De la misma manera que la expresión "recursos forestales" se refiere a la utilidad de los bosques para la producción de madera y otros productos para el disfrute del hombre, la expresión "recursos genéticos" implica que los elementos de la variabilidad genética de los árboles y otros vegetales y animales se utilizarán para satisfacer necesidades y objetivos humanos. Sin embargo, en comparación con el aprovechamiento de madera o la recolección de otros productos del bosque, que pueden ser objeto de uso inmediato, los beneficios de los recursos genéticos pueden ser aprovechados no sólo en los programas actuales, sino que son esenciales para el desarrollo futuro de las generaciones próximas y posteriores; y para la adaptación continua de los recursos a los cambios de las condiciones medioambientales y de las necesidades humanas.

El otro aspecto importante de los recursos genéticos de los bosques naturales, especialmente de los bosques tropicales, es su gran diversidad, y esta amplitud de variación proporciona la base para la selección y mejora de productos y otras utilidades para satisfacer futuras necesidades, tan lejos como se pueda prever. Por tanto, cuanto más incertidumbre exista en las demandas futuras, mayor será el interés potencial de conservar la diversidad. A parte del número relativamente pequeño de especies arbóreas que tienen actualmente importancia económica o importancia utilitaria para las comunidades locales, y sobre las cuales se deben concentrar principalmente los programas de conservación, probablemente debe haber cientos o incluso miles de otras especies presentes de valor menor o desconocido. Algunas de estas especies podrían formar una parte importante de los futuros aprovechamientos de leña, madera y otros productos forestales, como respuesta a cambios de las condiciones medioambientales o de las demandas del mercado.

2.1 Niveles y estructura de la diversidad genética

La diversidad genética se produce en varios niveles de la organización del ecosistema, a través de las especies que lo componen, de sus poblaciones subespecíficas (procedencias), grupos de familias y genotipos individuales, hasta el nivel molecular del gen. Si bien la conservación del ecosistema puede también contribuir a lograr la conservación de algunas especies y genotipos incluidos en él, otras podrían perderse, a menos que, por ejemplo, en el caso de árboles maderables importantes, las especies y las poblaciones genéticamente diferenciadas compuestas por ellas, se incluyan también como objetivo en las medidas específicas de conservación (FAO 1989a). Es probable que dentro de estas poblaciones exista una variación sustancial entre árboles individuales (genotipos). Dependiendo del modelo de distribución de esta variación en la masa, como resultado de la naturaleza de los sistemas de reproducción y dispersión de las especies, algunos recursos genéticos de alto valor pueden perderse a su vez en este nivel, aún en el caso de que la población, contemplada como un todo, sobreviviera. A este respecto, se necesita un cuidado especial para asegurar que la progenie de los mejores individuos de especies valiosas, al ser aprovechados en su madurez, esté debidamente representada en la regeneración presente, para evitar efectos de degradación genética y pérdida de la diversidad.

A nivel de genes, las diferencias alélicas podrían ser la base de peculiaridades valiosas, por ejemplo la resistencia contra plagas o contra la tensión medioambiental grave, de gran valor potencial para la adaptación a los cambios medioambientales y para uso futuro. Los rápidos avances en ingeniería genética pueden permitir nuevas combinaciones de características genéticas que podrían transformar las posibilidades de las plantaciones altamente productivas o de cualesquiera otras características deseables, facilitando el mejor uso de las tierras deforestadas o degradadas. Las oportunidades de reconocer tal variación genética a ese nivel en el bosque natural son claramente remotas. Sin embargo, existe una alta probabilidad de que estos recursos genéticos potencialmente

valiosos se encuentren en las poblaciones muy diversificadas, lo cual es una razón más para prevenirse contra las pérdidas inadvertidas de diversidad.

Por tanto, es esencial que se consideren todos los niveles de diversidad genética y, hasta donde resulte apropiado y practicable, se incluyan en los objetivos y en las actividades de un programa de conservación (Namkoong 1990). Más aún, la organización y la estructura de la diversidad genética en sus distintos niveles constituyen la base tanto del funcionamiento del ecosistema como de los planteamientos para la conservación de los recursos genéticos de las distintas especies (Riggs 1990).

La estructura genética de una especie se define por la forma en que la variación genética se distribuye entre las poblaciones y dentro de ellas. Esta estructura es el resultado de mutaciones, migraciones, selección y flujo de genes entre poblaciones separadas y está fuertemente influida por el sistema genético, que abarca los sistemas de fertilización y de dispersión de polen y semillas. Para la ordenación y conservación de los recursos genéticos es esencial la información sobre la diversidad y distribución de genes dentro de las especies y sus poblaciones locales, pero, para la mayor parte de las especies arbóreas tropicales, esta información es muy limitada o inexistente.

2.2 Conservación de los ecosistemas

Tal como se insistió anteriormente, la conservación de la diversidad de los bosques naturales depende de mantener *in situ* todos los componentes funcionales esenciales del ecosistema. Es probable que estos incluyan una serie de interacciones ecológicas, particularmente relaciones simbióticas y conexiones interdependientes, por ejemplo, entre especies arbóreas y su fauna polinizadora, dispersora de semillas, etc. A pesar de que, en muchos casos, el objetivo pueda ser la conservación de determinadas especies y poblaciones principales, en la práctica, es probable que esto suponga la conservación de comunidades enteras, al menos hasta que logremos un conocimiento más completo de la dinámica del ecosistema. Cuando se ha realizado una investigación de este tipo, se ponen de manifiesto generalmente complejidades e interacciones ocultas, por ejemplo, entre los sistemas conocidos por "tramas vegetales" o "tramas alimentarias" (Gilbert 1980; Terborgh 1986; Whitmore 1990). Una amplia variedad de animales, que incluye muchos grupos de invertebrados, pájaros, murciélagos y otros mamíferos participan en la dispersión del polen y las semillas de árboles de reconocida importancia económica y, a su vez, en las áreas del bosque donde esta fauna es necesaria, puede depender para su supervivencia de recursos alimenticios o de refugios para la cría proporcionados por árboles u otras especies vegetales muy diferentes y aparentemente insignificantes. Entonces, la desaparición de estas especies, "fundamentales" o "pivotes", puede conducir a la pérdida de especies vegetales, incluso árboles maderables, cuya polinización o diseminación depende de la fauna (Howe 1990).

A pesar de que la gran mayoría de las especies en los bosques tropicales mixtos pueden jugar un papel no esencial en la función del ecosistema y, por tanto, pueden ser en este sentido innecesarias, los actuales niveles de conocimiento y comprensión resultan inadecuados para determinar con certeza todos los componentes clave del ecosistema. El principio de precaución requiere, por tanto, que las prácticas de ordenación y aprovechamiento conserven un espectro de especies, de conexiones mutuas y valores que aún son inciertos, tan amplio como sea posible. Tal planteamiento es coherente con la creciente preocupación internacional para la conservación de la diversidad biológica en general. Los bosques tropicales y otras tierras forestales, además de los recursos genéticos de las especies leñosas que contienen, son el hábitat de una cuantiosa gama de otros vegetales y especies animales, los cuales contribuyen a la suma total de diversidad y recursos genéticos que existe sobre la tierra.

Podemos, entonces, distinguir cuatro categorías arbitrarias de recursos genéticos forestales para la conservación *in situ*: (i) las principales especies arbóreas de interés económico; (ii) otros árboles, plantas y especies animales de valor conocido pero menor para la economía nacional o las comunidades locales; (iii) especies funcionales clave para la sostenibilidad del ecosistema; (iv) otros elementos en la diversidad biológica total de valor aún desconocido.

2.3 Conservación de las especies principales

En la misma medida que en los objetivos generales de la ordenación forestal con fines productivos se dará preferencia a los árboles de las especies de interés económico principales, estas especies constituirán también uno de los objetivos primordiales para la conservación *in situ* de los recursos genéticos de los bosques. Para ello se mantendrán las poblaciones de mejora viables y se favorecerá la reproducción de los mejores individuos arbóreos, en tanto que esto se pueda juzgar de su aspecto fenotípico en el bosque. Este objetivo tendrá que ser un componente normal de toda ordenación forestal sostenible, pero es probable que en la práctica aumente el coste de las operaciones de aprovechamiento y de ordenación, tal como se realizan actualmente en la mayor parte de los países. Para lograr un mayor cuidado que evite daños a los árboles padre y a la regeneración de las especies secundarias "no económicas", se requeriría la imposición de condiciones especiales mediante incentivos u obligaciones que habría que añadir, por tanto, a los costes de ordenación y de aprovechamiento. No obstante, el mantenimiento de poblaciones de mejora viables de especies "fundamentales" y de las que son importantes para uso interno de las comunidades locales, puede ser esencial para la ordenación sostenible a largo plazo del bosque respecto de todos estos valores, incluido el de la producción de madera.

Será inevitable que se produzcan algunas pérdidas de diversidad biológica como resultado de las prácticas de aprovechamiento y ordenación, al menos durante un tiempo y en las áreas afectadas por estas operaciones. Un sistema de ordenación único, si se practica de forma coherente, afectará a todos los rodales por igual. El calendario, la frecuencia, la intensidad y extensión de las cortas serán los principales factores que determinarán la gravedad de los efectos en la diversidad biológica general. Sin embargo, el uso de diversos sistemas de ordenación puede aumentar la variación entre las unidades de ordenación. Las repercusiones en las principales especies dependerán también del nivel de conocimiento de las pautas de variación dentro de las especies, tanto dentro como entre diferentes poblaciones de los bosques, y de sus interacciones con otras especies en el ecosistema, y, por último, de la voluntad y capacidad para ajustar las operaciones de ordenación y aprovechamiento para minimizar las pérdidas de diversidad.

2.4 Conservación de las procedencias

Las consecuencias prácticas de la necesidad de entender la estructura genética son, entre otras, la probabilidad de que poblaciones genéticamente distintas de una especie puedan existir en diferentes áreas forestales dentro del dominio de la especie (p. ej., diferentes procedencias de la especie), como resultado del aislamiento y/o de la adaptación a diferentes condiciones medioambientales. Estas poblaciones distintas, pueden diferir sustancialmente en su valor socioeconómico y en su potencial productivo, u ofrecer posibilidades de mejora por la combinación de sus cualidades a través de programas de cruzamientos de mejora. El diseño de las estrategias de conservación *in situ* depende, por tanto, de manera particular de la estimación de la probabilidad y localización de esta variación intraespecífica.

Otro aspecto importante del sistema genético de una determinada especie al determinar pautas y niveles de diversidad dentro de las procedencias y poblaciones es el grado con el que tiene lugar la polinización entre diferentes individuos arbóreos (exogamia) o la frecuencia de la autopolinización, o, incluso, la producción de semilla sin fertilización (apomixis). A pesar de que muchas especies han sido estudiadas adecuadamente, muchos de los científicos que han realizado tales

investigaciones concluyen que hay una fuerte tendencia a la polinización cruzada y la exogamia entre especies arbóreas tropicales (Bawa 1974; Bullock 1985; Bawa *et al* 1985; Bawa y Krugman 1990; Janzen y Vasquez-Yanes 1990). Algunas autoridades creen que el alto flujo genético entre individuos que resulta del predominio de la polinización cruzada, contribuye a los altos niveles de diversidad genética característicos de los bosques tropicales. Otros han atribuido la existencia de elevados niveles de diversidad de especies en los bosques tropicales pluviales al aislamiento de los individuos arbóreos de una especie, con la consiguiente dependencia de la endogamia o la apomixis (para un examen de estos puntos de vista, ver Whitmore 1990 y Bawa *et al* 1990).

Las consecuencias prácticas consisten en que los aprovechamientos madereros o de la deforestación extensiva, realizados sin precauciones específicas basadas en el adecuado conocimiento de los sistemas genéticos y los modelos de variación de las especies arbóreas importantes, van a aumentar probablemente los efectos sobre las masas provocando interrupciones cada vez más graves entre las poblaciones debido a las alteraciones de los niveles y pautas de los cruces externos o la endogamia. El resultado es que se originará una falta de producción suficiente de semillas fértiles, o una endogamia excesiva que pondría en peligro la viabilidad a largo plazo de la especie o su procedencia. Los efectos no tendrían que ser necesariamente negativos, puesto que, en algunas circunstancias, la extracción de individuos muy próximos entre sí, tendería a fomentar un cruzamiento externo más amplio. Sin embargo, el aspecto esencial es que, en ausencia de una información adecuada sobre la biología de la población de la especie, los efectos serán imprevisibles.

La ausencia de tal información respecto de casi todas las especies arbóreas en la mayor parte de las áreas de bosque tropical, puede limitar gravemente las posibilidades de la ordenación eficaz de sus recursos genéticos. La estrategia de conservación más segura aplicable será la de mantener lo más amplia posible la base genética de las especies en general, conservando el mayor conjunto posible de procedencias dentro de su dominio natural geográfico y ecológico. Al hacerlo, conviene también proteger la integridad de cada una de estas poblaciones frente a la contaminación genética que se puede causar introduciendo procedencias externas de la especie, tal como puede ocurrir, por ejemplo, al plantar calveros o al realizar plantaciones complementarias dentro del bosque, o, con posterioridad al establecimiento de repoblaciones en un área adyacente, usando especies híbridantes o procedencias externas dentro del ámbito de la distribución natural de polen.

2.5 Valores de la diversidad genética

Es muy difícil juzgar el valor relativo de diferentes árboles o poblaciones de una especie en las masas naturales, donde la incertidumbre sobre la edad y la historia pasada se combinan con diferencias accidentales debidas a la calidad del emplazamiento y a la competición con otro tipo de vegetación. En las pocas especies arbóreas que han sido objeto de ensayos de procedencia y programas de fecundación, se han obtenido aumentos muy significativos en la productividad y en los beneficios económicos y sociales consiguientes, sobre la base de una selección de especies de un muestreo de procedencias muy diversas. Estas mejoras se han conseguido mediante ensayos comparativos cuidadosos y la aplicación de los resultados en plantaciones de rápido crecimiento. Los recursos genéticos de otras especies arbóreas tropicales que se conservan *in situ* en los bosques naturales pueden constituir la base para un aumento de productividad análogo mediante ensayos *ex situ* para determinar sus cualidades hereditarias y su comportamiento en determinados ambientes.

2.6 Valores de uso y de opción

Los economistas reconocen dos tipos principales de valor: valores de uso y valores de no uso (existencia). Los valores de uso se pueden subdividir además en aquellos que se basan en la disponibilidad para usos conocidos e inmediatos y aquellos otros basados en una disponibilidad para usos futuros (valores de opción). Mientras el valor directo de uso de la diversidad genética en los bosques se puede medir mejor en el caso de las especies de mayor valor comercial, el valor de opción

de especies que actualmente no son objeto de demanda, puede ser bastante alto. Estas últimas pueden llegar a ser importantes para adaptarse, por ejemplo, a posibles cambios climáticos, o para satisfacer cambios de demanda en el mercado de madera u otros productos forestales no madereros (PFNM). En los últimos años, se han dado muchos casos de especies consideradas al principio como no comercializables o como "malas hierbas", pero que ahora son muy valiosas. El resultado es que aumentan las opciones que se abren al gestor forestal, como consecuencia de haber conservado una gama de diversidad genética en los bosque naturales mayor que la de las especies reconocidas anteriormente como de uso inmediato (ver el estudio monográfico de Ghana en la Parte II).

2.7 Valor de precaución

Entre los valores de uso indirecto (no destinado al consumo) importantes de la diversidad genética de los bosques tropicales está su posible contribución a la estabilidad del ecosistema, particularmente de cara a los cambios climáticos a nivel mundial o regional. No se conoce prácticamente nada del papel funcional de la diversidad general en la estabilidad del ecosistema, o de los niveles aceptables de pérdida de especies, o de los umbrales de irreversibilidad del cambio con niveles decrecientes de diversidad genética en los bosques naturales. Igualmente, es imposible prever con certeza la respuesta de las especies arbóreas a los cambios climáticos probables. Estos altos niveles de incertidumbre, combinados con los peligros de una reducción irreversible de la diversidad genética subrayan la necesidad de seguir el principio de precaución, evitando pérdidas innecesarias en esta diversidad y en los recursos genéticos.

La importancia de conservar los recursos genéticos de un conjunto de poblaciones de una especie de reconocida importancia socioeconómica puede ser también mayor en el contexto de los cambios climáticos previstos. Esto adquiere particular interés en los extremos del dominio natural de una especie, donde las poblaciones locales pueden estar adaptadas a presiones medioambientales más extremas, por ejemplo, en las zonas de transición entre los tipos de bosque húmedo y seco, o entre las tierras forestales de la sabana seca y los matorrales espinosos más áridos o las formaciones desérticas. Más aún, los recientes avances en la genética molecular y la ingeniería genética pueden acentuar el valor de tales poblaciones, las cuales, a pesar de que pueden mostrar unos crecimientos muy lentos y portes defectuosos u otras limitaciones de producción, pueden contener un material genético valioso que les confiere características tales como resistencia a la sequía o a elevadas concentraciones de sal en el suelo. Se pueden hacer consideraciones similares para poblaciones de especies en otras zonas de transición, por ejemplo, en las zonas intermareales de las formaciones forestales costeras, donde podrían llegar a ser graves los efectos de la subida del nivel del mar debido al calentamiento general del clima.

2.8 Valor de existencia

Esta categoría final de valor - el valor de existencia - es, con probabilidad, relativamente alto para las especies arbóreas tropicales más raras y más preciosas, que son más vulnerables al empobrecimiento genético, o, incluso a la extinción, debido a los aprovechamientos intensivos sin ordenación adecuada y sin debida atención a la conservación de sus recursos genéticos. Estos valores de existencia, junto con la preocupación por la existencia de los ecosistemas tropicales forestales en general, ocupan primordialmente la atención del público y los medios de comunicación en muchos países desarrollados, particularmente en lo que concierne a los bosques tropicales pluviales.

Aunque se puedan obtener beneficios futuros de la conservación de un amplio espectro de diversidad genética, incluido algún elemento proveniente de los posibles valores indirectos correspondientes a la estabilidad del ecosistema y otros de valores de opción indeterminados que se refieren a oportunidades de mercado aún no identificadas, lo que sí es probable, es que de momento se produzcan unos costes financieros. Estos pueden ser, tanto costes directos de protección y ordenación, como también costes indirectos debidos a las oportunidades perdidas a corto plazo por la reducción

de los niveles de producción obtenidos del bosque en conjunto. A corto plazo, no es probable que la estabilidad del ecosistema forestal se vea afectada por una reducción en la diversidad de las especies. A pesar de que ésta podría llevar a la eliminación progresiva de algunas especies de madera para carpintería o ebanistería de crecimiento más lento, especialmente si va acompañada de sistemas de aprovechamiento más intenso que tienden a favorecer especies pioneras de crecimiento rápido, puede que tampoco los niveles generales de producción total de madera se vean muy afectados por la pérdida de diversidad de especies.

2.9 Determinación de las áreas de conservación

La mayor parte de la diversidad de especies arbóreas se encuentra en las tierras bajas húmedas tropicales, por ejemplo en Yanamomo, en el Amazonas peruano, donde se contabilizaron 283 especies de árboles de un diámetro de 0,1 m o más en una parcela de una hectárea (Whitmore 1990). Las influencias históricas y medioambientales han llevado a la concentración de la diversidad de especies en ciertas áreas, como resultado de presiones evolucionistas relacionadas, por ejemplo, con largos períodos de estabilidad ambiental o perturbaciones periódicas, aislamiento, desaparición de barreras entre poblaciones, migraciones y otras influencias. A pesar de que es muy escasa todavía la información sobre el número de especies y los patrones de distribución, para una estratificación inicial se pueden utilizar divisiones biogeográficas entre los principales ecosistemas terrestres del mundo, y, con otros datos disponibles, proporcionar una base para seleccionar áreas de altos niveles de diversidad, o de excepcionales grados de endemismo, o ambos casos a la vez, para determinar las más altas prioridades para la conservación de los ecosistemas. Estos dos criterios, junto con el grado de agotamiento o de amenaza que sufran los recursos genéticos de un área, han sido utilizados por varios autores y organizaciones para singularizar países y zonas a las que se les ha de atribuir alta prioridad (por ej., Myers 1988; Reid y Miller 1989; McNeely 1990). Tales áreas son más apropiadas para la conservación dentro de los sistemas de áreas de protección total, tales como las reservas naturales o los parques nacionales, que las áreas ordenadas para la producción de madera u otros productos. Los criterios anteriormente indicados deben ser los más apropiados para seleccionar una única zona de alta prioridad para la conservación de los ecosistemas, pero si se puede seleccionar más de un área como parte de un sistema integrado de reservas, estos criterios tendrían que ampliarse para incluir una diversidad de lugares que abarquen también la variación intraespecífica de especies principales. Más aún, la asociación de áreas adyacentes de bosque natural sometido a ordenación productiva para formar una "zona tampón", con las áreas de protección total puede proporcionar una ampliación valiosa de la extensión y tamaño de las poblaciones de muchas especies arbóreas y contribuir a una eficaz cobertura de su variación intraespecífica.

2.10 Relaciones con los bosques de producción

El papel de los bosques de producción sometidos a ordenación en la conservación de los recursos genéticos es particularmente importante para la conservación de la variación intraespecífica, a nivel de población de especies arbóreas de valor conocido o probable. Teóricamente, la ubicación de áreas que sirvan para tales objetivos de conservación se debería determinar a partir de datos sobre las pautas de variación o de la estructura genética y flujo de genes, puesto que esto último revela la escala geográfica sobre la que tales poblaciones pueden diferir unas de otras. En ausencia de tal información, cabe hacer ciertas hipótesis razonables a partir de datos geográficos y ecológicos.

Las presiones de selección que resultan de condiciones medioambientales locales pueden desarrollar una diferenciación entre poblaciones como respuesta. Hay, por tanto, generalmente, una correlación entre los factores geográficos o ecológicos por una parte y las propiedades morfológicas o fisiológicas inherentes de las poblaciones de una especie por otra (FAO 1989a). Mientras, por ejemplo, el sistema de áreas totalmente protegidas de reservas naturales puede incluir parte del dominio de una especie, la conservación efectiva del patrimonio genético (por ej., la suma total de materiales genéticos) de la especie en conjunto requiere la inclusión de una gama mucho más amplia

de poblaciones representativas de posibles diferencias genéticas que sólo se pueden conjeturar a partir de sus situaciones geográficas o ecológicas (Frankel 1970). Probablemente, esto requerirá un cierto número de áreas de conservación distribuidas sobre el entero dominio natural de la especie y, en la medida en que tal estrategia pueda ser practicable en cualquier caso dado, es probable que muchas de ellas deberán cubrir múltiples objetivos, como la producción de madera y otros productos forestales. Debe determinarse para cada especie el número ideal y la asignación de tales áreas de conservación y, en ausencia de datos específicos, puede darse por supuesto que, para las especies difundidas y de gran cruzamiento externo puedan bastar unos pocos lugares en cada zona ecológica o geográfica principal. Para las especies con fuerte endogamia, y aquellas que se caracterizan por presencias desparramadas y aisladas, pueden necesitarse más lugares de conservación.

2.11 Tamaño de las áreas de conservación

Se han dedicado muchos estudios, particularmente en relación con poblaciones de grandes animales, al tamaño mínimo de una población viable que pueda permitir una evolución continuada y no dirigida y a la superficie mínima de conservación necesaria para ello. Otros cálculos se han basado en niveles de fecundación interna conocidos o probables y en el tamaño de población necesario para reducir al mínimo la consiguiente pérdida de variabilidad genética sobre un determinado número de generaciones. Unas cifras que se manejan comúnmente son: un mínimo de 50 individuos adultos de mejora para el mantenimiento a corto plazo de viabilidad de la población, y 500 para mantener la adaptabilidad genética al cambio a largo plazo (FAO 1989a). La cifra de 1 000 individuos se ha sugerido como conveniente para mantener el "potencial de evolución", mientras que, al otro extremo, se ha estimado que un tamaño genéticamente eficaz de menos de 50 puede ser suficiente para varias generaciones y que casi toda la variabilidad genética de una población se puede conservar temporalmente sólo en unos pocos individuos de mejora (Wilcox 1990).

Para las especies longevas, como los árboles, y aquellas sometidas a algún grado de ordenación sobre gran parte de su dominio natural, principalmente las que poseen un valor reconocido o local, el tamaño de una población individual es menos importante que la distribución de las zonas de conservación para recoger muestras de modelos probables de diversidad en el dominio de la especie. En ausencia de información sobre las pautas de variación dentro de una especie, la opción más práctica es la conservación de poblaciones de unos pocos cientos de individuos en los extremos de sus dominios geográficos y ecológicos. Sin embargo, para los bosques pluviales de alta diversidad que contienen muchos cientos de especies de árboles, cada una de las cuales puede existir normalmente con una frecuencia muy baja, se han sugerido superficies de conservación de unas 5 000 ha basándose en la estimación de que así se cubriría el 95 por ciento de las especies (Ashton 1984).

2.12 Conservación dinámica

Una característica esencial de la conservación *in situ* es que contribuye a la "evolución continua" (Frankel 1981). En este sentido, tanto los recursos genéticos, como la práctica para su conservación, son esencialmente dinámicos y no deberían considerarse como un intento de mantener un recurso fijo y finito. Al mismo tiempo, la conservación contribuye a evitar una rápida erosión de la variabilidad genética, por ejemplo, mediante la extinción de especies o de poblaciones excepcionales, o el fuerte cambio de dirección en la composición genética de una población como resultado de una grave reducción del número y el consiguiente aumento de la endogamia y/o el empobrecimiento genético a causa del aislamiento. Puesto que las posibilidades para reservar considerables áreas de protección total adicionales se reducen progresivamente, debe continuar aumentando la necesidad de una ordenación más consciente de las especies importantes desde el punto de vista socioeconómico.

2.13 Trastornos de la composición y sucesión

Los cambios en la composición de las especies de diferentes comunidades vegetales por sucesión ecológica en una misma área, son una característica común de cualquier tipo de vegetación, ya que las especies y las comunidades colonizadoras pioneras dan lugar a nuevos estadios. La extinción local de especies pioneras es una parte necesaria de este proceso, pero siempre que las alteraciones naturales o artificiales en las formaciones climax den oportunidad a la recolonización cíclica por especies pioneras en otras áreas, la composición total del bosque en grandes extensiones no se ve afectada. Generalmente, se acepta que estos procesos naturales en la dinámica de los bosques tienen lugar en las formaciones biológicamente más diversas, sobre todo en los bosques tropicales pluviales, donde es probable que la mayor parte de las áreas ricas en especies sean las que incluyan manchas de bosques secundarios en varios estadios de recuperación después de un trastorno de la composición, además de manchas de bosques en fase de madurez (Whitmore 1990).

Por tanto, el objetivo de la ordenación de los recursos genéticos es mantener un sistema dinámico (Namkoong 1986), lo cual puede comportar la supresión deliberada de árboles en los últimos estadios de la sucesión natural, además de la conservación deliberada de algunos elementos del bosque maduro. La diversidad genética y los recursos genéticos específicos se pueden reforzar o reducir en áreas específicas del bosque durante determinados períodos de tiempo, dependiendo de los sistemas de ordenación concretos y del grado de conocimiento de la dinámica del bosque en la que estos se basan. La falta de una ordenación activa, por ejemplo, la exclusión completa de la intervención humana, puede tender a reducir la diversidad genética dentro de un área determinada, mientras que en algunas circunstancias (temporales generalmente) de ausencia de intervención, puede ser una decisión de la ordenación deliberada, dirigida a conservar los recursos genéticos específicos dentro del marco de una estrategia de conservación general.

2.14 Explotación forestal y diversidad genética

En teoría, la explotación por entresaca en los bosques tropicales mixtos se podría, adoptar para mantener un equilibrio óptimo entre las diversas etapas de la sucesión ecológica, con objeto de permitir un máximo de diversidad genética y la conservación de los recursos genéticos de las especies pioneras y de las correspondientes a los últimos estadios de sucesión. Se podría conseguir esto tanto mediante cortas a hecho a intervalos muy largos, para permitir que cada área talada vuelva en su día a la condición de madurez, como mediante cuidadosa apertura de pequeños claros a base de eliminar árboles individuales, o por posibles diversos modelos y niveles intermedios de aprovechamiento que pueden favorecer la regeneración preexistente de diferentes especies. Sin embargo, esto presupone, no sólo la voluntad de subordinar los beneficios financieros a corto plazo a objetivos ecológicos a largo plazo, sino también un cierto grado de conocimiento de la composición y la dinámica del bosque.

Además del efecto inmediato de la corta sobre la regeneración preexistente y las condiciones medioambientales, tales como luz, temperatura y humedad del suelo forestal, que pueden afectar de distintas maneras a la regeneración de diferentes especies, se observarán otros efectos derivados de la densidad y el espaciamiento de las poblaciones de las especies apeadas. Estos cambios pueden influir sobre las pautas de floración y fructificación y las relaciones de fecundación dentro de la población. Además de estos efectos directos puede haber repercusiones sobre las poblaciones de vectores polínicos o dispersores de semilla de las especies arbóreas mediante la desaparición de especies vegetales "fundamentales" de las cuales dependen estas poblaciones.

El aumento de la sensibilidad al fuego es un efecto de la intervención humana, a menudo inadvertido y generalmente grave, que puede seguir a las cortas. Mientras algunas formaciones forestales están adaptadas para sobrevivir a incendios periódicos y pueden existir comunidades paraclimáticas a causa del fuego, con cualidades particulares de sus recursos genéticos de valor

potencial, asociado con su capacidad para colonizar áreas afectadas por el fuego, los efectos negativos del fuego indiscriminado en otras formaciones forestales más complejas pueden reducir gravemente los recursos genéticos de especies arbóreas más valiosas. En casos extremos, poblaciones enteras pueden desaparecer a causa del fuego posterior a la corta de todos los árboles adultos de una especie en el área afectada.

No obstante, con un control adecuado y basado en un conocimiento suficiente de los procesos ecológicos que tienen lugar, la corta y extracción de la madera se pueden utilizar para ayudar a la conservación de un amplio espectro de recursos genéticos de las principales especies arbóreas. Tanto la eficacia con que esto se puede lograr, como la seguridad contra pérdidas accidentales de elementos sustanciales de las reservas genéticas, dependerán de la ordenación de una red de áreas de conservación, tanto en bosques de producción como en los sistemas de áreas de protección total, que se extiendan por el entorno natural de las principales especies.

Recuadro 1

Función de los bosques explotados en la conservación de la riqueza de especies y la diversidad genética

En las próximas décadas, la mayor parte de las áreas forestales sin aprovechar, fuera de la limitada extensión de los sistemas de áreas protegidas, serán explotadas para producir madera. En los bosques madereros, excepto en los que operaciones mecanizadas intensivas, fuegos o cultivos ilegales han causado fuertes daños, se mantiene todavía gran parte de la diversidad vegetal original y, a menudo, son aptos para volver a ser colonizados por la fauna más importante (Johns 1988 y 1992; Whimore y Sayer 1992). Existe mucha documentación sobre el efecto de las cortas iniciales en la estructura, composición y regeneración del bosque y se han descrito exhaustivamente los procedimientos para minimizar los daños y mejorar su rentabilidad (por ej., Nicholson 1979; Dykstra y Heinrich 1992). Teóricamente, las operaciones de aprovechamiento de los bosques de producción tienen por objeto imitar los procesos de formación natural de calveros para lograr una producción sostenible de madera sin alterar radicalmente la composición y la estructura del conjunto del bosque. Para conservar las poblaciones de especies de vertebrados consideradas intolerantes a la explotación forestal puede ser suficiente una reserva de áreas sin explotar, que sume sólo el 5 por ciento de un bosque explotado intensivamente (Johns 1992), y un solo ciclo de corta no reduce necesariamente la riqueza específica de las poblaciones arbóreas (Whitmore y Sayer 1992), siempre que exista una suficiente regeneración que no haya sido dañada gravemente durante las operaciones de corta, o que se disponga de semilla para la regeneración posterior en el depósito de semillas del suelo o en las áreas adyacentes.

Las principales repercusiones en la riqueza específica y los recursos genéticos de las especies maderables primarias, especialmente aquellas que son más tolerantes a la sombra y son características del bosque maduro, probablemente se observarán en el segundo ciclo de corta y el aprovechamiento subsiguiente. La duración del ciclo de corta será de importancia decisiva para el mantenimiento de poblaciones de mejora satisfactorias de las principales especies arbóreas. Incluso cuando puedan quedar sin aprovechar áreas pequeñas, tales como las reservas de selva virgen, los progresivos efectos de la fragmentación y el aislamiento de los bosques sobre el flujo de genes, el grado de endogamia, la variación genética, la fertilidad de las semillas, etc., afectarán decisivamente a los recursos genéticos. Pueden producirse efectos en los polinizadores clave o dispersores de semilla, así como sobre la estructura del suelo e incluso sobre su composición química (House y Moritz 1991).

Es necesario realizar estudios coordinados a largo plazo para orientar la ordenación de los bosques madereros hacia la conservación de la riqueza específica y los recursos genéticos, adoptando, si es necesario, medidas de ordenación rectificadoras (Ng 1983).

CAPITULO 3

REPERCUSIONES DE LA ORDENACION EN LOS BOSQUES DE PRODUCCION

A pesar de que la ordenación forestal se puede definir de varias formas (Vanniere 1975; Philip 1986; FAO 1989b; FAO 1992a), en general se está de acuerdo en que debe consistir esencialmente en la toma de decisiones firmes sobre el futuro de un área de bosque particular, planeando y poniendo en marcha acciones para conseguir los objetivos señalados y efectuando el seguimiento de los resultados. En última instancia, depende de la política forestal nacional, y sus componentes básicos son la definición de objetivos, la planificación, el control, la protección y los informes. Está relacionada también con la asignación de los recursos para lograr esos objetivos. Es precisamente la gran disparidad entre los objetivos y los recursos aplicados para su consecución lo que comúnmente origina los efectos perjudiciales mayores en los bosques. Tal como se usa aquí el concepto, abarca, tanto el aprovechamiento controlado de madera, como las operaciones silvícolas asociadas, dirigidas a la obtención sostenible de bienes específicos y servicios del bosque. Un aspecto esencial es que la tierra debe continuar adscrita al uso forestal después del aprovechamiento y que las operaciones deben conducir a la regeneración adecuada y al mantenimiento de las funciones medioambientales y sociales del ecosistema natural. Esto comporta un compromiso y un consentimiento previo de los usuarios de la tierra y el control y la continuidad de los fines, que también son elementos esenciales para la conservación de los recursos genéticos forestales.

3.1 Continuidad y control

La ordenación de los recursos genéticos podrá ser eficaz sólo si forma parte integrante del conjunto de la ordenación de usos del suelo (FAO 1989a). Los objetivos de la conservación *in situ* pueden contener varios planteamientos de aprovechamiento del suelo, incluidas áreas productivas de uso múltiple y bosques de producción de madera, así como los sistemas de áreas de protección total, en el intento de reconciliar la doble exigencia de la demanda hoy, es decir, ingresos y abastecimiento de las necesidades básicas humanas (alimentos, madera y otros productos forestales), junto con los objetivos de conservación a largo plazo. Teóricamente, esto requiere una política y una planificación globalizadora nacional de los usos del suelo, que abarque una política forestal apropiada y basada en un inventario nacional de los bosques, prestando atención específica a las especies vegetales de importancia socioeconómica y a los intereses de la conservación. En caso de que esto fallase, se puede utilizar una amplia zonificación de vegetación, siguiendo los principios del Programa de Reservas de la Biosfera (Unesco 1984), para concentrar los objetivos de conservación en las áreas más importantes, a las cuales se les puede, entonces, dar un estatuto de reserva dentro de las categorías de total protección de la tierra. En realidad, las presiones sobre la tierra y los recursos naturales de las poblaciones humanas en crecimiento y los programas económicos de desarrollo relacionados con ellas, restringen fuertemente las áreas que probablemente se van a retirar y dedicarse a parques nacionales o, de forma equivalente, a reservas de protección total. La contribución potencial de los bosques productivos a la conservación de los recursos genéticos es, por tanto, importante y puede ser alta, siempre que exista un planteamiento de ordenación forestal conservador y sostenible, basado en los sistemas de regeneración natural. La inclusión deliberada de objetivos de conservación genética en los planes de ordenación de los bosques productivos puede ser esencial para asegurar la necesaria amplitud y diversidad de las zonas para formar una eficaz red nacional de conservación.

Al iniciar los planes de ordenación forestal tropical, primero en el subcontinente indio, y posteriormente en Africa (FAO 1989b; FAO 1989c) se incluyó la disposición del establecimiento de un firme control administrativo sobre los bosques, por ejemplo, con la designación y demarcación de un "Patrimonio Forestal Permanente" cuyos límites y usos se podían cambiar sólo por decisión de las autoridades nacionales a los niveles más altos. A pesar de que este planteamiento autoritario ha provocado a veces una oposición local, y de que ahora existe el convencimiento general de que no se puede asegurar la integridad de los bosques sin el consentimiento y la participación de la población

local que depende del recurso, el establecimiento del Patrimonio Forestal Permanente ha sido un poderoso elemento en la conservación de los recursos genéticos. En muchos casos los objetivos de producción sostenible de madera no han sido suficientes para impedir la reasignación de algunos bosques patrimoniales reservados a la agricultura permanente, o la ocupación ilegal de terrenos forestales, pero en la mayor parte de los países tropicales la protección legal de los bosques de producción ha contribuido en medida importante y positiva a la conservación de sus recursos genéticos. Sin embargo, ha habido también graves repercusiones negativas debido a una explotación a menudo excesiva (no acompañada por un control y ordenación adecuados para asegurar la regeneración) como resultado de presiones políticas, financieras y económicas a corto plazo.

3.2 Influencias económicas y de mercado

Muchos de los recientes estudios sobre la ordenación forestal tropical (Masson 1983; Mergen y Vincent 1987; Schmidt 1987; Wyatt-Smith 1987a; FAO 1989b; FAO 1989c; FAO 1992a; Poore 1989) concluyen que la ordenación de los bosques tropicales como recurso renovable y realmente sostenible, es técnicamente posible y que los fracasos del pasado o el abandono de los intentos de una producción sostenible de madera en ellos se debieron a presiones socioeconómicas o políticas. Estas han impuesto frecuentemente graves restricciones en los medios disponibles para cubrir los aspectos varios de la ordenación a que anteriormente nos hemos referido, en parte como resultado del fracaso en obtener los beneficios adecuados de la explotación del recurso, y/o reinvertir tales beneficios en la regeneración y la ordenación del bosque (Repetto y Gillis 1988).

La raíz del problema está en la debilidad de la economía nacional en muchos de los países tropicales, combinada con la escasez de capital para invertir en desarrollo. El bosque mismo, ha sido tratado como un recurso para financiar y apoyar el desarrollo en otros sectores de la economía y, mientras esta fuente de financiamiento en su totalidad fue suficientemente importante para hacer que valiera la pena la explotación, las retribuciones aparentes por unidad de superficie de bosque eran, por lo común, demasiado bajas para asegurar el nivel necesario de inversiones dedicadas a la ordenación sostenible, o, incluso, para preservar la tierra contra las presiones de otros usos alternativos. Aun aceptando los argumentos a favor de los beneficios económicos a largo plazo derivados de la reinversión en ordenación forestal, las limitaciones financieras a corto plazo, acompañadas por los intereses inmediatos de los concesionarios, empresas madereras y otros interesados, pueden conducir a una explotación excesiva que descuide la regeneración forestal. Esto se ve favorecido por contratos de concesiones a corto plazo que no motivan una planificación a largo plazo. Para recuperar las inversiones en maquinaria a gran escala y la construcción de pistas, las compañías madereras buscan frecuentemente máximas retribuciones de los aprovechamientos al menor coste y con una preocupación mínima por los efectos medioambientales. Donde la demanda del mercado es altamente selectiva, el concentrarse exclusivamente en extraer los mejores fenotipos de las especies más valiosas tendrá efectos negativos (de degradación genética) sobre las generaciones posteriores, si tales intervenciones se realizan sin la debida atención al potencial regenerativo y a la calidad de la próxima generación.

Donde exista un amplio conjunto de especies comercializables, incluyendo muchas especies menos conocidas o menos usadas, tendremos un potencial de grandes beneficios, que proporciona la oportunidad de aumentar la reinversión en ordenación forestal. Sin embargo, en la práctica, no obstante se incrementaran los beneficios intensificando las cortas, la reinversión permanecía estática o, incluso, disminuía; en estos casos, se ha dejado que el bosque se repoblara naturalmente, sin atender a la composición específica. Si los daños causados por los aprovechamientos madereros a los primeros brotes de regeneración y a las condiciones del lugar para el establecimiento de brinzales hubieran sido controlados cuidadosamente, el aprovechamiento de una amplia variedad de maderas sería más compatible con la conservación de una gama igualmente amplia de especies, que las cortas muy selectivas características de los primeros sistemas de explotación (ver por ejemplo el estudio sobre Ghana en la Parte II). Sin embargo, sin controles estrictos sobre la construcción de pistas, plataformas de corta, marcado de la madera, aprovechamiento y extracción, existirá el peligro de

provocar efectos ecológicos graves en la capacidad del lugar y en los recursos genéticos, especialmente los de las especies de crecimiento lento características de la fase madura o "clímax" del bosque.

La introducción de equipo pesado mecánico para la explotación maderera, junto con la creciente demanda de una mayor variedad de especies de madera tropical, ha afectado enormemente a las especies y la diversidad genética de algunos bosques naturales. El efecto consiste en una variación de la composición de los bosques en las áreas de corta a favor de unas pocas especies, predominantemente especies pioneras de crecimiento rápido, características de los primeros estadios de la sucesión ecológica. La ordenación para la conservación *in situ* de los recursos genéticos, debe dar prioridad a las especies principales de interés económico, algunas de las cuales serán al menos pioneras o invasoras de calveros de crecimiento rápido, que se verán favorecidas por un cierto grado de apertura de la cubierta de las copas. Sin embargo, es muy probable que la reducción a gran escala y en medida extrema de la cubierta forestal de copas mediante intensa explotación mecánica de una amplia variedad de especies favorezca a especies pioneras de muy corta vida con madera de baja densidad y duración. Es seguro que se produzca una discriminación, al menos a corto plazo, en perjuicio de la multitud de especies de crecimiento más lento, tolerantes de la sombra, en particular de algunas maderas de alta calidad para ebanistería y fabricación de chapas. Por tanto, el efecto general de estas intervenciones será el de reducir de manera uniforme el conjunto de especies de valor económico en favor de una banda más estrecha de especies de crecimiento rápido, de baja a media densidad. Al mismo tiempo, es probable que haya una reducción en la diversidad biológica del ecosistema en general, tanto en flora como en fauna, a menos que se excluyan determinadas áreas del bosque del régimen de explotación simultánea e intensiva. Las presiones económicas para obtener retribuciones máximas de la inversión en equipos de corta, pistas e infraestructura correspondiente han olvidado frecuentemente tales consideraciones ecológicas.

Los rendimientos en volumen del bosque tropical húmedo, regenerado naturalmente, alcanzan probablemente una media de sólo 2 a 3 m³ por hectárea y año, a pesar de que, en algunos casos, las operaciones silvícolas y una ordenación racional podrían incrementarlos tres o cuatro veces donde la regeneración de especies comercializables es suficiente y las condiciones del lugar son favorables (Wyatt-Smith 1987a). Una característica común de los sistemas de ordenación dirigidos a incrementar de esta forma la producción de especies valiosas es la eliminación, generalmente por envenenamiento, de los árboles indeseables y competidores. Estas y otras operaciones de "refinado", si se mantienen de forma coherente durante sucesivos ciclos de corta, reducirán también la diversidad de las especies en la áreas tratadas, pero no necesariamente sobre el total del bosque si se excluyen de tales tratamientos áreas seleccionadas o son tratadas para favorecer diferentes componentes. En la mayor parte de las operaciones que se realizan actualmente, la pérdida de rendimiento que lleva consigo tal exclusión se consideraría inaceptable en términos puramente económicos.

Los efectos del comercio internacional de madera tropical sobre los recursos genéticos de determinados géneros y especies se ha evaluado en un estudio llevado a cabo recientemente por el Centro Mundial para el Control de la Conservación (WCMC, 1991) por encargo de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO). Este estudio reunió datos y observaciones de expertos relativos a 1 868 especies arbóreas, asignándoseles categorías de conservación de acuerdo con el sistema de la UICN. De ellas, 304 especies se clasificaron como amenazadas a nivel mundial y 190 como amenazadas en dos o más países. La fiabilidad de los datos puede ser cuestionable, puesto que existe poca información disponible procedente de un inventario forestal detallado y, por tanto, las evaluaciones se basaron en gran parte en las opiniones de especialistas en varios campos de la geografía y la botánica. Se prestó particular atención a la familia Dipterocarpaceae, de la cual se dice en el estudio haber conseguido una evaluación relativamente completa de su estado de conservación. Incluso admitiendo cierta incertidumbre y una posible exageración del grado de deterioro o de amenaza, el estudio reveló graves daños a los recursos genéticos de esta importante familia de árboles de madera de alta calidad. Las cortas muy intensivas que se están llevando a cabo ahora en varios de

los países en los que se producen de forma natural especies de éste género deben ser causa de preocupación, a menos que se preste una atención urgente a su ordenación sostenible, en la cual el aprovechamiento sea sólo una etapa, así como a las medidas de conservación genética aplicadas paralelamente a su uso.

El estudio de la ITTO se realizó en países de África y Asia en 1991/92. En América Latina, se ha identificado otro aspecto de los efectos del mercado en los recursos genéticos forestales allí donde la demanda de la meliácea *Swietenia macrophylla* ha determinado un aprovechamiento altamente selectivo de buenos fenotipos de la especie en extensas zonas, sin ocuparse de la posterior protección de la regeneración y la ordenación que asegurara su diversidad y calidad (Monbiot 1991). El peligro de graves efectos de degradación genética y de la extinción de poblaciones locales es claramente, en este caso, una posible consecuencia de las fuerzas del mercado.

En general, el efecto de las fuerzas económicas y de mercado ha sido el de imponer la reducción de especies y de diversidad genética en los bosques productores de madera. Este ha sido el resultado de mercados muy restringidos y selectivos y de no haber reinvertido parte de los beneficios en ordenación forestal, fomentando en consecuencia, sistemas de ordenación general de bajo coste y objetivos a corto plazo. La falta de adecuación de la teoría y el análisis económicos aplicados a los sistemas de ordenación naturales en los bosques mixtos tropicales (Leslie 1987) se refieren sobre todo a la necesidad de ampliar el alcance del análisis más allá de los beneficios a corto plazo para los organismos y las personas más directamente interesadas, e incluir intereses más amplios de la nación y la sociedad en conjunto y de las futuras generaciones. Esto es aplicable en particular a los valores inherentes a los recursos genéticos de los bosques. En la medida en que las zonas de producción de madera pueden ser también objeto de ordenación para conservar los recursos genéticos, este objetivo adicional reforzaría el enfoque económico de la ordenación del bosque natural para que en esta imperen consideraciones ecológicas además de económicas.

Incluso la gama mucho más estrecha de diversidad genética general que resultará de aprovechamientos extensivos repetidos y de "refinado" de los bosques será probablemente mucho mayor que si la misma zona se dedicara a plantaciones forestales, y seguramente sustancialmente más grande que la que resultaría de la mayor parte de formas alternativas de aprovechamiento de la tierra. Sin embargo, muchas especies y poblaciones, especialmente aquellas que son características de los bosques primarios o maduros, se perderán, a no ser que se reduzcan las graves restricciones actuales para financiar la ordenación del bosque natural. Un aumento de la financiación (incluyendo una nueva canalización de los beneficios hacia el bosque) permitiría una ordenación más consciente y diversa de las poblaciones arbóreas, a expensas, posiblemente, de alguna pérdida en el volumen producido. Esta pérdida podría quedar compensado en parte por un incremento del valor unitario mediante la ordenación de áreas seleccionadas con rotaciones más largas para obtener madera de mejor calidad.

Si bien la reconsideración de las restricciones económicas y financieras para la ordenación del bosque natural parecía poco realista antes y tal vez lo sea todavía para la mayor parte de los bosques de producción, el valor económico de la diversidad genética se reconoce ahora cada vez más como riqueza de interés internacional. Este valor, y por tanto, los costes que puede ocasionar la conservación, dependerán de la ubicación, composición y condiciones existentes en cada área específica de bosque.

3.3 Inventario forestal

La base científica para la conservación de las especies y de los recursos genéticos depende esencialmente del estudio y la interpretación de la información taxonómica de las diferencias y afinidades determinadas genéticamente, de sus pautas en la distribución natural (corología) y de la base ecológica para su presencia. Estos tres conjuntos de datos interdependientes que deberían formar la base para elaborar estrategias sólidas de conservación son insuficientes para los trópicos y en

muchos casos no existen. Muy a menudo los únicos datos disponibles son el resultado de inventarios forestales referentes principal o exclusivamente a las disponibilidades de madera aprovechable. Las técnicas para realizar levantamientos de los recursos de madera en pie disponibles en los bosques han experimentado considerables progresos en los pasados treinta o cuarenta años (FAO 1989b) y se ha subrayado cada vez más la necesidad de efectuar inventarios forestales nacionales e inventarios detallados y amplios de áreas seleccionadas. Sin embargo, demasiado a menudo, tales inventarios han aportado poca de la información necesaria para planificar la ordenación sostenible del bosque a largo plazo, y se han limitado a determinar el volumen comercializable de un reducido número de especies conocidas como económicas o potencialmente económicas (Masson 1983). Hasta ahora, se ha prestado poca atención a la composición efectiva del bosque o a su condición después de la corta.

Uno de los principales problemas con los que se enfrenta la ordenación del bosque natural es la insuficiente información sobre la composición específica del bosque, tanto en términos del valor total económico del bosque como de su potencial de regeneración (Wyatt-Smith 1987b). Algunas de las cuestiones importantes que a este respecto hay que considerar antes, pero sobre todo después de la corta si los niveles presentes de brinzales, latizos y repoblado preexistente de las especies comerciales que constituyen la base de la producción futura son o no suficientes. La evaluación de la regeneración era un componente constante en los primeros intentos de ordenación del bosque natural, por ejemplo en Malasia y Nigeria, pero, posteriormente, la tendencia ha sido más bien la de reducir más que de aumentar el tiempo y los recursos humanos dedicados a tales investigaciones y, por tanto la de limitar el nivel de la información detallada disponible, incluso en relación con las especies preferidas desde el punto de vista económico. Sin embargo, en los últimos años, con el desarrollo de la biología de conservación como ciencia aplicada, ha quedado cada vez más claro que estudios e investigaciones más detallados deben constituir un componente inseparable de los sistemas de ordenación forestal para elaborar una base científica apropiada para las medidas de conservación.

Una práctica común en los intentos más serios de ordenación de los bosques naturales, es la del muestreo de diagnóstico para determinar la densidad de masa y las condiciones silvícolas de los jóvenes vástagos de las especies "deseables" de dimensiones inferiores a las condiciones límites de explotabilidad (FAO 1989b), y hay una tendencia a realizar un inventario y una evaluación de los recursos antes de la corta para extenderse más allá de los recursos madereros comerciales, es decir, a los productos no madereros, incluidos los de interés para las comunidades locales (FAO 1989c). Tal medida es esencial para obtener una valoración más completa del bosque, en apoyo de la conservación de un espectro más amplio de los recursos genéticos valiosos (ver también el estudio monográfico de Ghana).

El componente central y tradicional del inventario forestal, a saber, la evaluación cuidadosa de las cortas permisibles y la producción sostenible de madera, es vital para la conservación del recurso, para poder asegurar que la tasa de aprovechamiento no sea superior a la capacidad de regeneración y de crecimiento del bosque. Para ello es preciso conocer exactamente las existencias en crecimiento, su distribución por especies, clases de tamaño y ubicación, y saber cómo cambian con las cortas y los tratamientos silvícolas. También es esencial, para la conservación de los recursos genéticos, la disponibilidad de un inventario forestal preciso y mapas de existencias, con miras a reducir los daños de la corta y proteger la regeneración. No obstante, tales datos de inventarios son insuficientes como base para una labor más positiva con el fin de identificar y conservar los componentes más valiosos de la diversidad genética. Dada la alta proporción del coste de las operaciones de inventario, que está directamente relacionado con la facilidad de acceso y el trabajo en el bosque, el coste adicional de recolectar una gama más amplia de datos y observaciones en el curso del análisis de la madera puede resultar relativamente bajo. Más aún, la amplia disponibilidad de potentes computadoras electrónicas para el manejo de grandes y complejos conjuntos de datos, ha eliminado en gran parte esa limitación en la recogida de una gama y un volumen cada vez mayores de datos de campo en el curso de un inventario forestal.

En general, el 10 por ciento de las especies arbóreas de un bosque tropical ocupa al menos el 50 por ciento del rodal (Ashton 1988). Tras un rápido y extenso reconocimiento se pueden recabar las directrices para establecer prioridades de conservación, no sólo en términos de riqueza específica, sino también respecto a los recursos genéticos de un bosque. Los recientes estudios de Hawthorn en Ghana indican el valor potencial de realizar amplios estudios botánicos juntamente con el inventario forestal al elaborar estrategias para la conservación de los recursos genéticos forestales (ver también el estudio monográfico de Ghana).

Para que el inventario forestal sea plenamente útil para su finalidad de contribuir a la conservación de los recursos genéticos, debe tratar de determinar el valor genético relativo de una determinada zona de producción del bosque, por ejemplo, respecto al grado de distribución de especies o de tipos de bosque seleccionados, en relación con otras áreas sometidas a ordenación o reservadas, tales como los sistemas de áreas plenamente protegidas de parques nacionales, etc. Esta información podría ayudar a determinar la combinación más eficaz del número mínimo de emplazamientos necesarios para incluir especies, poblaciones y comunidades al nivel esencial mínimo para la conservación de una gama conveniente de diversidad. Habida cuenta del gran número de especies, incluso arbóreas, que hay en los bosques tropicales y la necesidad de incluir estudios sobre algunas otras especies vegetales importantes desde el punto de vista socioeconómico o aquellas que son esenciales para el funcionamiento del ecosistema y, por tanto, para la ordenación general del recurso, es necesario a menudo adoptar una solución intermedia entre estudios biológicos detallados y evaluaciones más generales, basadas en cambios del paisaje u otros aspectos medioambientales. Se puede asumir, por ejemplo, que gran parte de las variaciones intraespecíficas (procedencias) de importancia económica potencial, se produce conforme a pautas de variación del entorno y de la comunidad vegetal en general.

La fase de planificación es un momento decisivo para un inventario eficaz y aceptable desde el punto de vista de los costes, con el fin de asegurar que se incluya una base apropiada de conocimientos botánicos, ecológicos y sociológicos, por ejemplo, tanto en la concepción como en la ejecución del estudio. Teniendo en cuenta el acervo de conocimientos y el interés de muchas universidades e institutos de investigación, tanto de los países tropicales como industrializados (a menudo donantes de ayuda), por tales investigaciones científicas en materia de bosques tropicales, los recursos humanos adicionales que se necesitan pueden obtenerse a menudo a un reducido coste extra, comparado con el importe del inventario básico y en proporción al valor de la información adicional que se obtendría con la participación de los expertos.

Un aspecto importante de esta fase de planificación que puede requerir la incorporación de expertos es la planificación de la recogida de datos, su manejo y análisis. La disponibilidad general de pequeños pero potentes medios electrónicos para el análisis de datos ha transformado también las posibilidades de estudio, permitiendo comprender mejor la composición del bosque y la diversidad genética a partir de datos limitados. Los criterios para la elaboración de procedimientos de realización de inventarios y de modelos de crecimiento para la ordenación de los bosques tropicales avanzan rápidamente (por ej., Vanclay 1989; Alder 1990) y van a adquirir progresivamente la capacidad de incorporar más información relativa a la ordenación de los recursos genéticos del bosque. Es posible ya la simulación de la variabilidad y la complejidad de las distribuciones de población mediante el uso de algunos modelos estocásticos, tales como los elaborados para determinar el promedio de presencias en una zona concreta, así como las pautas de su variabilidad (Jeffers 1982). Esta información puede ser una ayuda importante para seleccionar emplazamientos de conservación *in situ*.

La sostenibilidad, considerada como un objetivo de la ordenación del bosque, exige que los inventarios forestales se planifiquen con una visión más amplia de la mera evaluación del volumen comercializable con miras a establecer una base de datos para el seguimiento de las condiciones del bosque y adaptar las medidas convenientes para la conservación de los recursos genéticos. Una de estas medidas es la de reservar suficientes ejemplares, de las especies "fundamentales" para mantener

sus propias poblaciones de mejora y, por tanto, la contribución a largo plazo de estas especies al buen funcionamiento del ecosistema del bosque natural. Para ello es preciso identificar y registrar tales especies en los inventarios previos a la corta, de forma que, sobre la base de un conocimiento adecuado de la dinámica del bosque, se proceda a marcar para reserva un número suficiente de ejemplares distribuidos apropiadamente en el bosque.

3.4 Dinámica del bosque

El aspecto de la dinámica del bosque que ha sido objeto de mayor atención en relación con la explotación maderera, es el crecimiento y el rendimiento de las principales especies comercializables. La falta de anillos de crecimiento anuales fiables en la mayor parte de las especies arbóreas tropicales y, por tanto, de un método "simplificado" para la determinación del incremento en volumen, junto con la complejidad de las condiciones de crecimiento y la composición específica, ha hecho difícil prever la producción (por ej. Kemp y Lowe 1970). A pesar del progresivo aumento de los sistemas de muestreo por parcelas permanentes (parcelas de inventario forestal continuo) en las muestras representativas del bosque de algunos países, la base para los cálculos de crecimiento y producción es en general pobre. Probablemente, el mejor nivel de previsión se ha conseguido en Queensland, Australia (Vanclay 1989). Sin embargo, incluso en aquellos bosques que han sido estudiados intensivamente, hay muy poca o ninguna información fiable sobre la importancia relativa de los factores genéticos y ambientales que determinan las tasas de crecimiento de los distintos árboles en las masas naturales.

La influencia de la competencia de otro tipo de vegetación en la proporción relativamente pequeña de fustes "deseables", ha sido la base de las intervenciones de ordenación para llevar a cabo aclareos de mejora que favorecieran el crecimiento de los árboles que formarán la producción potencial final (Hutchinson 1987; Maitre 1991; FAO 1989c). El primer paso en este tratamiento, tal como se aplicó en Sarawak (Hutchinson 1987), es agrupar las especies en categorías de "calidad de madera", para llegar a unas listas de especies deseables y entonces evaluar e intentar prever su respuesta a los diferentes niveles de puesta en luz y disminución de la competencia que resulten de las cortas comerciales o de posteriores aclareos de la masa arbórea. A tal fin, las especies se clasifican en grupos ecológicos de acuerdo con su grado de tolerancia a la sombra, y/o su capacidad para aumentar rápidamente su crecimiento en respuesta a esta puesta en luz.

En la ordenación forestal clásica se comenzaba por intentar comprender y utilizar tales procesos e interacciones ecológicas y, particularmente, los cambios naturales cíclicos, en la progresión desde la colonización de los calveros por las especies pioneras hasta la condición de madurez o la correspondiente a las últimas etapas de la sucesión de los bosques. Ahora, se admiten comúnmente divisiones arbitrarias en el desarrollo de los bosques: fase de calvero, fase de construcción y fase de madurez (Whitmore 1990). El concepto de "dinámica del bosque en la fase de calvero" aparece para aplicarlo como modelo general, posiblemente con variantes locales, en una amplia serie de bosques de todas las regiones tropicales y, a pesar de que es una simplificación excesiva para reconocer especies sólo "pioneras" o "clímax", la definición de dos grandes grupos o "gremios" basados en su comportamiento de respuesta a la creación de un calvero, ha demostrado ser útil en los planteamientos de ordenación de los bosques naturales (Whitmore 1991). Es también importante en los de conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales, particularmente, los de las principales especies arbóreas de interés económico.

En todas las floras de los bosques pluviales tropicales hay menos especies pioneras que clímax (Whitmore 1990) y tampoco es probable que los géneros de pioneras incluyan entre sus miembros especies altamente endémicas, de área geográfica muy restringida. Sus eficaces sistemas de dispersión de semillas son, probablemente, la causa de las amplias áreas de distribución que generalmente ocupan y además reducen las posibilidades de que se desarrollen poblaciones circunscritas genéticamente distintas.

Las complejas interrelaciones en los sistemas de polinización, dispersión de semillas, trama alimentaria y trama vegetal, descritos anteriormente, son importantes tanto para la regeneración buscada como para la ordenación de las especies madereras, particularmente las que pertenecen a los gremios "clímax", y para la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales. Sin un conocimiento suficiente de los procesos y las relaciones ecológicas, todo intento de ordenación de los bosques naturales debe basarse en la aplicación general de tratamientos silvícolas, con resultados imprevisibles y posiblemente perversos. Sin embargo, ello ha demostrado últimamente la imposibilidad de justificar las inversiones necesarias en estudios ecológicos detallados, en términos solamente de aumento de producción de madera a lo largo del período correspondiente a uno o dos ciclos de corta o en rotaciones breves. No obstante, estudios recientes sobre los métodos de ordenación han puesto de relieve lo poco adecuado del tratamiento general del dosel de copas y la necesidad de mejorar el conocimiento de la autoecología de las distintas especies y no sólo de aquellas cuya madera sea comercializable (FAO 1989b).

También el campo de la biología reproductiva, que abarca estudios de polinización, dispersión de semillas y depredación, y la dinámica de los bancos de semillas, brinzales y latizos para la regeneración, aspectos claramente importantes en la conservación de los recursos genéticos, ha resultado necesario para el administrador forestal (Palmer 1989). El estudio monográfico sobre la *Cordia alliodora* en el Apéndice 1, muestra el nivel y la intensidad de investigación necesarios para proporcionar información fiable respecto de una única especie. El número de especies que necesitan un estudio así, incluso en un sólo bosque, es muy grande y los recursos de mano de obra especializada son muy limitados.

La biología de la dispersión de las semillas tiene importancia directa en la ordenación de los bosques naturales, particularmente respecto de las especies en fase madura, muchas de las cuales poseen madera de alto valor y se caracterizan por la producción de grandes semillas. Se dispone cada vez de más datos que demuestran que la frecuencia y la densidad de tales especies en los bosques naturales es limitada a causa de la depredación de las semillas y que las oportunidades de supervivencia se mejoran mediante la dispersión fuera de las cercanías de los árboles progenitores (Terborgh 1990). Un buen ejemplo es la dependencia de *Virola surinamensis*, distribuida por los tucanes y otros grandes pájaros frugívoros, sin los cuales sería imposible recoger brinzales y la especie terminaría por extinguirse localmente (Howe 1990). Un sector de preocupación común, tanto para los administradores forestales como para los genetistas forestales que se ocupan de la conservación, es el conocimiento de la identidad y del comportamiento de los animales dispersores y de su posible dependencia de otras especies arbóreas para la alimentación o la anidación.

3.5 Regeneración

El potencial de regeneración de las especies descables es de importancia clave en la ordenación de los bosques productivos y también es ciertamente fundamental para la conservación de sus recursos genéticos. La regeneración natural es la estrategia claramente preferida para la conservación *in situ*, si bien algunos aspectos de la regeneración artificial, como las plantaciones complementarias, utilizando semilla o brinzales obtenidos al azar del mismo rodal natural, pueden resultar a veces aceptables y convenientes. Es probable que el fomento de la regeneración natural sea la opción más barata también para los objetivos de producción de madera, siempre que tal regeneración se pueda obtener fácilmente y con seguridad. En la práctica, sin embargo, está probado que es uno de los aspectos más difíciles e inciertos de la ordenación en los bosques tropicales, a pesar de haber sido objeto de muchos estudios de campo y de experimentación durante un siglo.

El problema no atañe sólo a los bosques tropicales, sino que resulta también evidente en las grandes superficies de suelos forestados anteriormente y en las actuales tierras baldías en el Mediterráneo y en algunas regiones templadas. En estas zonas, el pastoreo y el ramoneo del ganado doméstico han ejercido una importante influencia, y también en las regiones de bosques tropicales más

densamente pobladas, por ejemplo en la India, incluso en los bosques tropicales de alta producción potencial - como los bosques de Sal (*Shorea robusta*) y los de hoja perenne (FAO 1989c) - a pesar de una larga historia de investigaciones y estudios llevados a cabo por personal experto. Fracasos similares han sido comunes en toda Asia, excepto en algunos de los bosques más ricos de dipterocarpaceas donde, debido a la gama de especies deseables que por sus características silvícolas se ven favorecidas por la puesta en luz controlada, se ha conseguido muy a menudo una regeneración natural satisfactoria, aunque no por ello previsible. El no poder asegurar la regeneración adecuada de las especies selectas de madera de valor económico fue un problema fundamental en muchos bosques africanos (Nwoboshi 1987; Kio y Ekwebelan 1987; FAO 1989b) y fue la razón principal del desarrollo de plantaciones forestales en ciertos países de ese continente como una alternativa a la ordenación del bosque natural.

Entre los aspectos más importantes en el comportamiento de la regeneración cabe indicar los siguientes: la frecuencia de los años de producción de semilla, la duración de la viabilidad de esta, la supervivencia de los brinzales, la pauta de distribución y abundancia de la regeneración por brinzales en el suelo del bosque, la tolerancia a la sombra y la respuesta a la luz, y el potencial competitivo de las especies preferentes en diferentes grados de apertura de copas. La complejidad de las interacciones en el bosque natural es tal, que es virtualmente imposible garantizar un conjunto de condiciones ambientales que favorezcan la regeneración de unas pocas especies selectas sin hacer antes un estudio detallado del estado de cada área limitada de condiciones más o menos uniformes dentro del diverso mosaico del bosque, y de la autoecología de todas las especies principales. En la práctica, se utiliza el muestreo de diagnóstico, realizado a menudo mediante transectos paralelos sistemáticos a través del bosque, para determinar, como base para la próxima cosecha, la idoneidad total de las existencias de jóvenes fustes de especies deseables, que se han observado que sobreviven sin daño después de haberse completado una operación de corta. La diversidad de lugares y de sistemas silvícolas determinará probablemente un aumento de la diversidad y será, por tanto, beneficioso desde el punto de vista de los recursos genéticos.

La variación del modelo de ordenación en la etapa de regeneración, es decir, de los intentos anteriores de controlar la composición y el desarrollo de la población de brinzales a la aceptación de una composición en gran parte accidental que actualmente impera, se refleja en los procedimientos de muestreo de regeneración. Por ejemplo, en las primeras aplicaciones del Sistema Uniforme Malayo (SUM), que fue uno de los primeros intentos de mayor éxito respecto de la ordenación de los bosques húmedos tropicales, se aplicó un régimen de muestreo lineal con tres etapas para determinar diferentes estados de desarrollo de la regeneración, antes de que se emprendieran las operaciones de corta. Este procedimiento, fue modificado más tarde fundiendo las tres etapas en una única operación de muestreo lineal de regeneración, después de haber concluido las operaciones de corta y saca (Wyatt-Smith 1987b). El cambio representaba la aceptación de que los imperativos económicos son más decisivos para determinar las prácticas de ordenación que las consideraciones silvícolas. El SUM, tal como fue diseñado originalmente, preveía situaciones en que el nivel de regeneración a base de brinzales fuera insuficiente, proponiendo el retraso de la corta hasta que la regeneración fuera suficiente. Sin embargo, en la práctica, no se admitía que la insuficiencia del nivel de regeneración antes de la corta constituyera obstáculo para proceder a la explotación (Ismail 1966).

En los bosques malayos de dipterocarpaceas los años de fructificación efectiva son los de largo intervalo general (Appanah y Salleh 1991), por lo que es preferible cortar después de un año de fructificación en masa. Las operaciones silvícolas para eliminar las especies de "malas hierbas" no deseadas y liberar los ejemplares jóvenes de las especies deseables, se pueden incrementar tras una fructificación abundante para obtener un beneficio máximo de la mejora de la producción futura de madera. La regeneración abundante que se puede conseguir retrasando las operaciones de corta hasta después de un año de gran fructificación, ofrece las máximas posibilidades de realizar operaciones silvícolas eficaces para mejorar la composición de la producción final; esto favorecerá también la conservación de los recursos genéticos de las especies elegidas para su utilización comercial. Parece

probable que las pequeñas cantidades de semillas de algunas especies que se producen entre años de abundante semilla, provienen de un segmento reducido y posiblemente diferente de la población; puesto que la regeneración que resulta de tales semillas no será representativa de la población, su valor para la conservación será también limitado, a menos que se complemente con parcelas dedicadas a la regeneración y a la producción de semilla durante un cierto número de años.

La importancia de dejar árboles padre de buena calidad fenotípica durante las operaciones de corta, particularmente si el muestreo para la regeneración ha revelado un bajo nivel de los brinzales establecidos y del repoblado preexistente de las especies deseables, es otro ejemplo de la estrecha coincidencia de intereses entre los objetivos de producción y los de conservación de recursos genéticos. En la práctica, sin embargo, éste aspecto vital ha sido comúnmente descuidado o pospuesto por las presiones para obtener la máxima producción y beneficios. La reserva de un número de grandes árboles padre después de la principal operación de corta, presenta algunos inconvenientes en la ordenación posterior del rodal, si estos son tan numerosos que causan sombra depresiva o competencia (Catinot 1986), o si se explotan posteriormente con los consiguientes daños al bosque en regeneración causados al extraerlos. Sin embargo, la pérdida efectiva en producción es leve en comparación con los peligros del deterioro progresivo de la calidad genética de la población cuando la regeneración efectiva descansa en individuos residuales, con fenotipos probablemente menos vigorosos y menos deseables, para complementar el depósito edáfico de semillas y la regeneración de brinzales, si estos últimos son insuficientes. A pesar de las dificultades prácticas y los peligros de intentar seleccionar individuos arbóreos genéticamente "superiores" en los bosques tropicales naturales, no deben ignorarse los peligros reales de un efecto de degradación genética derivado de la obtención selectiva y sistemática de los fenotipos mejores y más vigorosos de la población de mejora. Es preciso recabar urgentemente más información basada en una sólida investigación sobre este aspecto.

Apoyarse en los sistemas de regeneración natural de los bosques de producción, ofrece sin duda importantes oportunidades para la conservación *in situ*. El rebrote que sigue a una corta intensa favorecerá a las especies pioneras (fase de calveros) y las cortas a hecho a gran escala conducen típicamente a la dominancia completa de árboles de poca masa leñosa y con madera de baja densidad (Jordan 1986). Según se vaya aclarando o explotando los bosques primitivos, las poblaciones de muchas especies principales con mucha masa leñosa características de los bosques en fase de madurez o clímax, se irán debilitando, a menos que se tomen medidas específicas para mantenerlas. El papel de las poblaciones de brinzales en la regeneración natural de estas especies es particularmente importante. Por ejemplo, las dipterocarpáceas asiáticas requieren generalmente al menos un pequeño claro en el dosel de copas para desarrollar su tamaño adulto, pero la probabilidad de que naturalmente se depositen semillas en ese claro es baja, debido a la escasa dispersión y la escasa frecuencia de los años de producción (Ashton 1982). Esta circunstancia unida a la falta de un período de latencia de las semillas (Ng 1980), explica en modo significativo la capacidad de los brinzales de dipterocarpáceas de sobrevivir en condiciones de baja intensidad de luz en el suelo del bosque, hasta que se produzca un claro suficiente en el dosel de copas. Las pérdidas de brinzales antes de que se dé tal oportunidad, pueden tener una profunda influencia en la futura composición específica del bosque. Esto mismo es cierto para otros grupos de especies de importancia económica en algunos bosques africanos y neotropicales (Whitmore 1991). Un conocimiento de la biología de la dispersión y de la fisiología de la semilla y de los brinzales, por lo menos hasta donde se revelen a través de la incidencia y comportamiento de los brinzales del bosque en relación con las condiciones de luz, será la base necesaria para la manipulación consciente de la composición de las especies con vistas a la producción y a la conservación de recursos genéticos.

Las especies pioneras tienen típicamente semillas que pueden resistir la desecación y pueden convertirse en latentes en el suelo durante largos períodos. Siempre que se ha buscado un depósito edáfico de semillas en los bosques pluviales tropicales de tierras bajas se ha logrado encontrar (Whitmore 1990). Algunas pioneras tienen semillas pequeñas, copiosas y fácilmente

dispersables, que permiten efectuar frecuentes reposiciones en el depósito del suelo, o la rápida colonización de los calveros entre las copas poco después que se producen. Generalmente, por tanto, la necesidad de intervenciones para favorecer la regeneración y conservación de los recursos genéticos de las especies pioneras se satisface adecuadamente con tratamientos normales de corta y de carácter silvícola.

3.6 Silvicultura

El éxito en la silvicultura destinada a la producción de madera se ha definido como el lograr que "un rodal de árboles de madera preciosa llegue a la madurez, produzca una regeneración natural en un lugar donde antes había madurado sin que el suelo muestre signos de deterioro" (Dawkins 1988). Según esta definición, la silvicultura en los bosques tropicales originalmente cerrados tuvo más éxito durante el pasado siglo de lo que nunca se hubiera pensado comúnmente, no sólo en Myanmar (Birmania), India y Malasia, sino, hasta un cierto punto, en algunos bosques africanos y neotropicales. Sin embargo, en términos de repercusiones en los recursos genéticos, y especialmente en el conjunto total de la diversidad biológica de las plantas y los animales de los bosques, las operaciones silvícolas, particularmente el uso de arboricidas, pueden haber tenido una influencia bastante más persistente y discriminatoria que la manipulación de las copas o las talas. Mientras los tratamientos permitan conseguir el aumento previsto de la regeneración, el crecimiento y la representación de las principales especies económicas en la masa final, probablemente favorecerán la conservación de sus recursos genéticos. Sin embargo, el resultado de los tratamientos se ha mostrado a menudo imprevisible, incluso respecto de las especies a las que se intentaban favorecer, y en muchos casos suponían la eliminación intencionada de especies que posteriormente se ha demostrado que eran valiosas, tanto por su papel en el funcionamiento del bosque como por su aceptación en los mercados internacionales de madera. Por el contrario, el éxito de los tratamientos silvícolas, se ha debido a veces al hecho de haber favorecido accidentalmente la regeneración de las especies que, en aquel momento, no estaban consideradas como deseables, pero que ahora son objeto de una demanda internacional importante.

Los sistemas silvícolas de los bosques tropicales naturales, pueden dividirse en dos grupos principales: sistemas monocíclicos, conocidos también como sistemas de corta mediante clareos sucesivos, que tienen por finalidad un aprovechamiento único y completo de toda la madera comercializable al final de la rotación, confiando en una regeneración por brinzales para formar la próxima masa. Probablemente, el ejemplo mejor desarrollado y mejor conocido es el sistema uniforme malayo o de cortas mediante clareos sucesivos uniformes (SUM), según el cual, conforme al diseño original, tras las operaciones iniciales de corta se inocula veneno alrededor del tronco de prácticamente todos los árboles restantes, por debajo de una circunferencia mínima específica a la altura del pecho, de forma que la cubierta de copas se va abriendo progresivamente y se favorece así el crecimiento satisfactorio de brinzales, generalmente abundantes, de las especies deseables, principalmente dipterocarpaceas. En las tres regiones tropicales se han realizado varios intentos de aplicar los sistemas de cortas mediante clareos sucesivos (FAO 1989b; FAO 1989c; FAO 1992a; Schmidt 1991), pero surgieron en general problemas con fuertes invasiones de trepadoras y la imposibilidad de inducir una regeneración adecuada de las principales especies de interés económico. La creciente demanda de un variedad mayor de especies comercializables ha hecho que el fracaso para inducir la regeneración de unas pocas especies selectivas, resulte menos perjudicial y el uso de maquinaria pesada en los equipos de corta y saca, junto con el aumento de la demanda de mercado, ha incrementado el grado de apertura de la cubierta de las copas con tan solo las actividades de corta, haciendo menos necesario el envenenamiento de los árboles residuales. El efecto ecológico global de estos sistemas monocíclicos, es favorecer especies pioneras o casi pioneras "deseables", incluyendo alguna madera comercializable ligera, blanca y de uso múltiple. Es probable que se produzcan efectos perjudiciales en las poblaciones de mejora y los recursos genéticos de las especies de crecimiento lento más pesadas y con más masa leñosa, características del bosque clímax, no favorecidas por este

sistema silvícola, de forma que cuanto más corta sea la rotación (o más restrictiva la selección de especies "deseables"), los efectos se harán más intensos con el tiempo.

Los sistemas policíclicos incluyen la corta selectiva o por entresaca de un número limitado de fustes en dos o más ocasiones a lo largo del ciclo total de rotación, con lo que se mantiene un rodal menos uniforme, con edades mezcladas, basado en una regeneración adelantada para el próximo aprovechamiento. Estos sistemas son capaces teóricamente de incorporar especies clímax en fase madura a expensas de aceptar unas proporciones de crecimiento en volumen más bajas, pero posiblemente, incrementos de valor más altos y, por tanto, de conservar un espectro más amplio de recursos genéticos en términos de especies y calidades de madera. Sin embargo, puede haber algún peligro de efectos de degradación genética dentro de las poblaciones de especies, en particular si la tala selectiva elimina los individuos de crecimiento más rápido y más deseables, dejando ejemplares menos vigorosos y posiblemente defectuosos para la regeneración, en ausencia de una suficiente regeneración efectiva por brinzales y/o depósitos de semillas en el suelo. Más aún, si las especies deseables son una pequeña minoría de los árboles más grandes en el bosque será necesario emprender operaciones (costosas) para favorecer los árboles inmaduros de las especies valiosas, con objeto de evitar el empobrecimiento progresivo del rodal. Sin embargo, se pueden evitar influencias potencialmente nocivas de selección sobre la calidad genética de las especies o del rodal en este sistema silvícola, mediante una ordenación y unas prácticas de aprovechamiento responsables, tal como se practicaron por ejemplo en Queensland, Australia. Bajo el Sistema por Entresaca de Queensland, se diseñaron la selección deliberada de árboles que se han de reservar en el bosque y el refuerzo de los controles estrictos de las cortas para evitar daños a estos árboles seleccionados, con objeto de evitar los efectos de degradación genética de las cortas por entresaca. Para una utilización efectiva de los sistemas por entresaca se requieren cuidados culturales diestros y frecuentes de los componentes deseables de los bosques y, especialmente, prácticas de corta cuidadosas y responsables, que ayudarán a evitar daños accidentales a la masa de regeneración que se encuentra en fase avanzada.

Se ha sugerido que para los primeros treinta o cuarenta años después de la iniciación de los sistemas de ordenación propuestos, la distinción entre sistemas monocíclicos y policíclicos estriba más en las intenciones y las expectativas futuras que en diferencias reales e irrevocables en cuanto a las prácticas y la estructura del bosque (FAO 1989b). En lo que respecta a la conservación de los recursos genéticos, la cuestión esencial es determinar en qué medida las prácticas de aprovechamiento y los sistemas silvícolas favorecen la reserva de un amplio espectro de diversidad genética potencialmente valiosa. Esto se podrá conseguir muy probablemente si bosques diferentes y secciones diferentes dentro del mismo bosque de producción, están sujetas a diferentes sistemas, basados en principios ecológicos, para favorecer la regeneración y conducir a la madurez a diferentes elementos de los principales "gremios", en particular las especies clímax. Estos sistemas de ordenación aumentarían la complejidad y el coste del aprovechamiento y la comercialización y, por tanto, se podrían considerar como no económicos según recientes criterios, que han tendido a favorecer planteamientos de costes muy bajos e intervenciones mínimas, puesto que, aparentemente, el bajo nivel de beneficios financieros por unidad de área de bosque natural, se ha considerado incapaz de soportar el coste de una ordenación intensiva eficaz (ver Mergen y Vincent 1987). Se impone, por tanto, una estrategia de ordenación restringida a causa de la aceptación forzosa de una composición fortuita de las existencias residuales en crecimiento después de la corta, sin ningún tratamiento cultural posterior salvo operaciones generales aplicadas indiscriminadamente a lo largo de grandes superficies de bosque inicialmente diversas. El balance entre ingresos y gastos puede resultar favorable, si se buscan usos y salidas de mercado adicionales para el conjunto de las maderas producidas efectivamente. Sin embargo, en términos de repercusión en los recursos genéticos, tales operaciones generales causarán probablemente una pérdida progresiva de diversidad global, particularmente por sus efectos en las poblaciones de mejora de las especies de crecimiento lento, que son características de los bosques que han alcanzado la fase de madurez.

Sin embargo, las pérdidas genéticas no son inevitables, puesto que la composición de la masa de regeneración por brinzales y de árboles en crecimiento avanzado después de una única operación de corta, siempre que no se extraigan una proporción demasiado elevada de las existencias en crecimiento (p. ej., una media de 20 a 30 m³ por hectárea), contendrá probablemente una representación de todas las especies y gremios. Esta representación será seguramente la apropiada para permitir el restablecimiento de la diversidad genética y el fomento deliberado de elementos selectos a través de cuidados culturales posteriores, especialmente si se favorecen diferentes conjuntos de elementos entre las unidades de ordenación. La práctica de "aclareos de puesta en luz" (Hutchinson 1987; FAO 1989c; Maitre 1991) es un ejemplo de selección y promoción deliberadas de fustes individuales para formar la masa final, a partir de la masa de árboles en crecimiento avanzado que han quedado después de la corta. Esto permite favorecer un conjunto de especies deseables, que en ese momento están incluidas en las listas basadas en las calidades de madera, y concuerdan con la evaluación de las necesidades ecológicas de las especies seleccionadas, en términos de su probable respuesta a tratamientos destinados a manipular los estratos de copas superiores y la competición. Una vez que se ha asegurado la puesta en luz de las especies "deseables principales" elegidas para formar la masa final, este sistema puede permitir la reserva de una amplia gama de otras especies y, por tanto, si se aplica sobre grandes superficies de bosque diverso, puede ser compatible con la conservación de un amplio conjunto de especies y de recursos genéticos (Hutchinson 1991). Dependiendo del criterio aplicado para seleccionar las especies "deseables principales", el sistema se podría utilizar para conseguir objetivos ecológicos y de conservación, a expensas de una cierta reducción de la producción del componente de pioneras de rápido crecimiento de la masa en algunas áreas del bosque.

Ng (1983) ha señalado a la atención de los interesados la creciente necesidad de una "ordenación reparadora" en Malasia, para intentar restaurar y mantener la estructura y la composición de áreas de bosque maduro. Las actuales tendencias de lograr producciones máximas en las áreas productoras de madera no favorezcan de hecho la política de extracciones menos intensivas, pero dada la creciente pujanza tanto de la economía nacional como de la conciencia conservacionista de Malasia, se podrían plicar quizás tales consideraciones ecológicas en áreas forestales seleccionadas dentro de una década aproximadamente. Las posibilidades de esta "ordenación reparadora" dependerán de las investigaciones ya en marcha o que vayan a comenzarse ahora.

Los estudios monográficos de Ghana y la India, ilustran otros planteamientos de "ordenación reparadora" en bosques de producción, para restablecer y mantener un sistema sostenible y productivo.

Aunque las áreas forestales ordenadas que han sido objeto de una ordenación satisfactoria conforme a este modelo serán ciertamente diferentes del bosque natural maduro, su contribución a la conservación de recursos genéticos, dentro del contexto de una Estrategia Nacional para la Conservación (ver Sección 5.1) que comprende un conjunto de condiciones forestales y sistemas de ordenación, debe ser muy alta en comparación con cualquier forma alternativa de aprovechamiento de la tierra que pueda considerarse de manera realista. Siempre que después de una corta se deja regenerar el bosque naturalmente, y no se proceda a otras formas de aprovechamiento de la tierra, las opciones para la conservación *in situ* permanecerán abiertas. Sin embargo, dependerán en gran medida del cuidado con que se ejecute la corta, de su intensidad y del intervalo hasta la próxima operación de extracción.

3.7 Extracciones de madera

La explotación de madera en los bosques tropicales era inicialmente muy selectiva y se basaba en una combinación de saca por tracción animal y transporte fluvial. Donde estos sistemas perduren aún, como es el caso, por ejemplo, de muchas partes de Myanmar, serán compatibles en

gran medida con la conservación de valores ecológicos y recursos genéticos. Sin embargo, el creciente uso general de maquinaria pesada, que requiere mayor densidad y anchura de pistas y que daña gravemente la regeneración del suelo, ha repercutido gravemente en la sostenibilidad y funcionamiento de los ecosistemas forestales. A pesar de que los efectos de las cortas intensivas y los daños medioambientales que les acompañan, pueden ser menos discriminantes en sus repercusiones *de facto* sobre los recursos genéticos que los aprovechamientos muy selectivos y las operaciones silvícolas de "refinado", tienden a retrotraer el bosque a una fase menos rica en especies, correspondiente a las primeras etapas de la sucesión ecológica. Este efecto empeora con la fuerte compactación del suelo que resulta del uso descuidado de maquinaria pesada, que puede dejar superficies considerables de terreno desnudo compactado y erosionado, hostil al desarrollo de brinzales. Añadiendo a esto el hecho que se extrae un número de especies mayor, como por ejemplo en los bosques de dipterocarpaceas en Malasia, Indonesia y Filipinas, donde la facilidad de agrupar las especies por la calidad de su madera ha aumentado las oportunidades del mercado, los daños de las cortas han sido a veces tan graves que, tanto el repoblado preexistente como la regeneración por brinzales de las especies deseables quedaron prácticamente eliminados (Masson 1983). Puesto que la mayor parte de los brinzales de dipterocarpaceas no se desarrollan fácilmente en el suelo desnudo, el efecto de las cortas intensivas, en que más del 40 por ciento del área puede quedar desnuda por una operación poco cuidadosa con maquinaria pesada, fue la pérdida de la mitad aproximadamente del potencial regenerativo.

La intensidad del aprovechamiento de madera determina también el grado de apertura del dosel de copas, que influye fuertemente en el éxito del desarrollo y de la composición de la regeneración. Los grandes claros en la cubierta de copas favorecen a las especies pioneras, mientras que la corta por entresaca de baja intensidad imita con más propiedad los procesos naturales de la dinámica del bosque y apenas altera la composición de las especies (Whitmore 1990). Sin embargo, la repetición demasiado frecuente de extracciones, incluso en entresacas ligeras, puede perjudicar a las poblaciones de mejora de las especies de crecimiento lento si el número de individuos reproductores maduros que todavía queden antes del siguiente ciclo de corta se reduce fuertemente. Las cortas intensivas, repetidas a intervalos cortos, pueden eliminar especies características del bosque en las últimas etapas de la fase madura y climática y son capaces de producir una combinación de especies pioneras de crecimiento rápido y bajo valor maderero, con masas de lianas trepadoras y zonas de suelo desnudo. Este mosaico de zonas desboscadas y brotes bajos de malas hierbas perennes, puede verse invadido por el fuego, particularmente en los bosques de hoja semi-caduca y los bosques monzónicos, con efectos catastróficos sobre la regeneración de la mayor parte de las especies madereras y de su variación genética.

Las limitaciones de la inversión en ordenación del bosque a que antes nos hemos referido, han inducido a apoyarse cada vez más en las operaciones de corta como medio principal para influir en la composición, estructura y desarrollo del bosque, que en las claras (costosas) y las operaciones de refinado de los sistemas silvícolas más complejos. Incluso cuando las operaciones silvícolas se llevan a cabo después de una corta, su eficacia depende en gran parte del estado del dosel de copas, del suelo y de la regeneración que queda después de la explotación. Un aprovechamiento bien hecho y responsable, realizado con conocimientos de los principios ecológicos y de la dinámica del bosque, puede, por sí mismo, ser útil para los objetivos silvícolas y de conservación. Sin embargo, demasiado a menudo, tales aspectos son ignorados totalmente por el personal encargado de la corta, retribuido por tajo o según su producción y preocupado por obtener máximos rendimientos de extracción sin ocuparse del efecto sobre el bosque y la estación. Las extracciones repetidas, sin dejar suficiente tiempo para el recubrimiento y la regeneración, pueden causar aún más daños. Esto ha sucedido donde ha surgido una demanda de mercado para las especies consideradas no económicas al tiempo de iniciarse las cortas de entresaca y se ha permitido a los concesionarios volver a entrar en el bosque, sin tener en cuenta los efectos sobre los rebrotes.

El hecho de no ajustar las operaciones de extracción a los objetivos de la ordenación y la silvicultura a largo plazo, es la principal y más peligrosa deficiencia de los actuales intentos de ordenación de los bosques tropicales (FAO 1989c). Al contrario, el desarrollo de una colaboración productiva entre los agentes madereros y los gestores forestales, es la componente más esencial de una estrategia para la ordenación y la conservación. Sin ella, las posibilidades de conservación de los recursos genéticos en los bosques de producción se verán gravemente limitadas y reducidas a poblaciones residuales ocasionales.

Estudios recientes (Kerruish 1983; Jonkers 1987; FAO 1989b; FAO 1989c; FAO 1992a; Jonsson y Lindgren 1990) muestran que gran parte de los daños causados durante la explotación podrían haberse evitado fácilmente sin coste adicional, o en todo caso pequeño. Aunque la elección del equipo es importante, ya que los poderosos tractores y los sistemas de extracción por cable pueden causar graves daños, es sobre todo la carencia de planificación, capacitación, supervisión e incentivos apropiados para el correcto uso de los equipos la causa de la mayor parte de los daños. Algunos estudios en Sarawak han demostrado que la introducción de una corta metódica redujo el área de bosque dañado gravemente en un 44 por ciento y al mismo tiempo ocasionó un ahorro del 20 por ciento en los costes de explotación. Igualmente, en Surinam, los daños por las operaciones de arrastre se redujeron en un 40 por ciento en las cortas controladas adecuadamente, mientras que la productividad global mejoró en un 20 por ciento (Jonsson y Lindgren 1990).

La magnitud de los daños está más bien relacionada con el número de árboles cortados que con el volumen total de madera extraída (Whitmore 1990). Siempre que el efecto sobre la regeneración preexistente sea accidental, tiende a distribuirse sobre todas las especies arbóreas de una forma esencialmente fortuita, de manera que, en términos de repercusión en los recursos genéticos, no es selectiva (Johns 1988). Sin embargo, los efectos en las especies ya escasas y sujetas a cortas de entresaca serán potencialmente graves si las futuras poblaciones de mejora se ven, en consecuencia, reducidas aún más. Los brinzales de especies tolerantes a la sombra, cuya regeneración depende más de que sobrevivan durante largos períodos bajo la cubierta del bosque que de la colonización rápida de los calveros o de los brotes de los depósitos de semilla en latencia en el suelo, son particularmente vulnerables a los daños causados por la maquinaria pesada empleada en la corta. Ello se une a los efectos perjudiciales que se provocan a estas especies por una apertura del dosel de copas extensa y repentina. Como las especies clímax portadoras de gran número de semillas son las que más a menudo dependen de la dispersión de éstas por animales, también el grado en que las operaciones de corta perturben a las poblaciones animales puede afectar a estas especies madereras. Sería necesario diseñar una cartografía de las existencias, marcar la madera, hacer estudios sobre la regeneración y la capacitación de agentes, junto con una cuidadosa planificación del trazado de pistas y las operaciones de corta, para conservar las especies y poblaciones seleccionadas. Algunos estudios han indicado también que áreas bastante pequeñas de bosque sometido a cortas, interiores o adyacentes a las concesiones de explotación, pueden ser fundamentales para la supervivencia de especies animales claves dentro del área (Johns 1989).

Si bien, para determinar la influencia de diferentes prácticas de cortas y sus intensidades sobre la composición específica y los recursos genéticos en el bosque se requiere una investigación ecológica y autoecológica, no hay duda de que el cuidado con que se afrontan las operaciones de explotación repercuten profundamente en las opciones futuras abiertas a las acciones de ordenación y conservación. La naturaleza de los cambios que se necesitan para controlar y aportar incentivos para una corta responsable es clara por lo que respecta a la duración y naturaleza de los contratos para las concesiones madereras, niveles de las tarifas aplicables a la madera en pie, etc. Igualmente importante es el interés y la participación de las comunidades que habitan dentro o en la periferia del bosque, cuyas actividades en el inicio de las operaciones de corta, que proporcionan mayor acceso al bosque, pueden afectar fuertemente a la regeneración posterior.

3.8 Productos Forestales No Madereros (PFNM)

En la actualidad, se reconoce ampliamente la importancia de muchos productos forestales no madereros extraídos de los bosques tropicales naturales. La expresión utilizada actualmente para estos productos, PFNM, abarca generalmente todos los materiales del origen biológico, exceptuando la madera que se extrae a escala industrial. El conjunto de productos incluye alimentos, especias, medicinas, piensos, aceites esenciales, resinas, gomas, látex, taninos, tintes, rotén, bambú, fibras y una gran variedad de productos animales y plantas ornamentales. Los recursos de alimentos y piensos en el bosque natural son particularmente importantes como suplementos dietéticos, para reforzar los sistemas agrícolas que dependen de las estaciones y en épocas de sequía u otras condiciones de emergencia (FAO 1989d). Representan a menudo la prueba más clara del valor del bosque como tal a los ojos de la población local y son, por tanto, un factor importante en la conservación de los recursos totales del bosque, incluida su diversidad genética.

Los PFNM pueden representar también una importante fuente de beneficios económicos en la economía nacional. Como esos productos que se utilizan localmente, muy a menudo los principales componentes de los PFNM, no entran en el mercado en el que se registran los valores comercializados, es difícil cuantificar adecuadamente su valor efectivo o potencial, que ciertamente está muy subestimada. A menudo, en el contexto de los valores opcionales de la diversidad biológica, se hace referencia al valor potencial de los productos futuros que se supone permanecen aún sin identificar en los bosques pluviales tropicales, por ejemplo, posibles productos farmacéuticos o cosméticos. Sin embargo, aún sin tener en cuenta estos potenciales beneficios futuros adicionales, el valor cuantificado actual de los PFNM es muy considerable. Los recursos del sudeste asiático, probablemente representan más de varios miles de millones de dólares en el comercio anual mundial de PFNM (de Beer y McDermott 1989). Las estimaciones disponibles sobre las exportaciones indican que, sólo en Indonesia, en 1987, la cifra total fue por lo menos de 238 millones de dólares EE.UU. Probablemente, de esta cantidad, 100 millones de dólares EE.UU. corresponden a las exportaciones de rotén, con las que Indonesia abastece el 90 por ciento de la demanda mundial. Sin embargo, la deforestación y la explotación forestal están erosionando el recurso básico y se ha estimado que aproximadamente un tercio de las especies de bejuco en Malasia y en Indonesia están amenazadas de extinción (Dransfield 1987).

Entre los atributos característicos de los PFNM se incluyen su gran variedad y su valor relativamente alto por unidad de peso o de volumen, en comparación con los de la mayoría de las maderas tropicales. Su explotación se realiza a base de una mano de obra más intensiva y requiere inversiones de capital relativamente pequeñas. A pesar de que la producción por unidad de superficie del bosque es generalmente baja, en el caso de algunos de estos productos, puede ser aprovechada anualmente sobre una base sostenible, perturbando poco o nada el suelo o el funcionamiento ecológico del bosque. El mantenimiento de una cubierta de copas es con frecuencia una condición necesaria para la producción de PFNM y, por tanto, existen posibilidades para el desarrollo tanto de madera como de recursos no madereros, proporcionando estos últimos una retribución económica más rápida y una fuente continua de ingresos para las poblaciones locales, hasta que la producción de madera llegue a la madurez. La corta por entresaca puede tener un efecto positivo en algunos PFNM, tales como los bejuco y los hongos comestibles. Los bejuco crecen mejor en los calveros que pueden formarse en las copas después de la entresaca de madera.

En la medida en que la conservación de la diversidad biológica y de los recursos genéticos de los bosques tropicales depende de sistemas de ordenación que imiten lo más posible las condiciones y los procesos naturales ecológicos, más que la alteración drástica de las condiciones del bosque por una explotación intensiva de madera o unas cortas a hecho, el aprovechamiento simultáneo de los PFNM puede ser, por tanto, importante para sufragar los gastos de conservación dentro de las reservas destinadas a producción. Sin embargo, será esencial realizar inventarios adecuados de recursos no madereros, asociados a los inventarios forestales normales y especificar objetivos precisos

en la ordenación de cada área del bosque. El grado de precisión necesario para evaluar los recursos de PFM, estará determinado por el nivel y los métodos de recolección propuestos. Si los productos han de ser recolectados por la población local de manera libre e informal, es el nivel de información necesario lo que afectará principalmente a la regeneración y sostenibilidad del recurso y pueden ser suficientes unas evaluaciones cualitativas (ver también el estudio monográfico de Ghana).

El interés de los PFM en el contexto de la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales es, por tanto, doble: por su contribución a la viabilidad de la conservación de los recursos forestales; y por sus recursos genéticos y su valor intrínseco como componentes de la diversidad genética del ecosistema. Esto implica la necesidad de desarrollar sistemas de ordenación para uso múltiple del bosque (FAO 1984; FAO 1985a). Los árboles del bosque que producen frutos comestibles u otros productos están con frecuencia ampliamente distribuidos, pero con una baja densidad por hectárea y se necesita una atención especial para mantener viables las poblaciones de mejora. Más aún, es probable que éstas estén entrelazadas con los sistemas de la trama alimenticia, por medio de la cual los dispersores de semillas o polinizadores de otras especies arbóreas pueden depender de los suministros alimenticios que proporcionan las especies portadoras de fruto. Al contrario, se sabe que la polinización satisfactoria de los árboles frutales importantes, como la nuez del Brasil o el castaño de Pará (*Bertholettia excelsa*), depende de ciertos abejorros recolectores de néctar que, a su vez, dependen de ciertas especies de orquídeas silvestres para el éxito de su apareamiento. La desaparición o la escasez de estas orquídeas amenaza, por tanto, la producción de fruto de los árboles de la nuez del Brasil (Prance 1985).

La ordenación que tiene como objetivo primario la producción de madera debería planificarse para hacerla compatible en la mayor medida posible con la producción de PFM (FAO 1989b). Esto implica, no sólo una mayor base de información a partir de inventarios forestales lo más amplios posibles, sino también de un conocimiento mucho más completo de la dinámica de los bosques. Se han alimentado muchas expectativas sobre el futuro de las llamadas Reservas de Ordenación Extractiva en la Amazonia Brasileña, basadas en una variedad de PFM, de los que el caucho y la nuez del Brasil son los más importantes. La serie de productos ya identificados es ciertamente amplia y algunos estudios les han asignado un potencial comercial muy alto (Peters *et al* 1989). Sin embargo, existe bastante incertidumbre sobre las posibilidades de multiplicación y la sostenibilidad de los sistemas de ordenación extractiva, y algunos estudios recientes indican que es probable que la cuidadosa extracción selectiva de la madera sea también una componente necesaria de la ordenación global para asegurar niveles de ingresos suficientes procedentes del bosque. Aunque el desarrollo de los recursos de PFM puede tener efectos positivos en la conservación de los recursos genéticos en un sentido más amplio, la producción de PFM y madera no son por fuerza totalmente compatibles. Favorecer los PFM puede conducir a veces a una marcada reducción de los niveles de extracción de madera, al menos a corto plazo, puesto que muchos árboles madereros son también fuentes de frutos u otros productos; el cultivo de algunos productos de alto valor, como el cardamomo (*Elettaria cardamom*), en el bosque puede impedir el establecimiento de la regeneración de especies madereras en estas zonas (FAO 1984); etc.

No obstante, las posibilidades de los diferentes sistemas de uso múltiple de los bosques naturales poseen sin duda un alto potencial en cuanto a su contribución a la conservación de los ecosistemas y a la conservación *in situ* de los recursos genéticos de un conjunto de especies. Si bien es difícil y, al menos en algunos casos, imposible combinar los diferentes objetivos de la ordenación en una misma área limitada del bosque, con la misma intensidad de aprovechamiento de madera, apertura de copas y refinado de la población, se pueden utilizar diferentes cuarteles dentro del mismo bosque, para mantener un mosaico de diferentes etapas o condiciones ecológicas. En algunos casos, los cuarteles se pueden solapar y en otros deben de mantenerse geográficamente separados. Esta zonificación es también compatible con el desarrollo de "zonas tampón" alrededor del bosque y "zonas centrales" dedicadas a una protección estricta. Esto depende de los altos niveles y la intensidad de la ordenación (ver también el estudio monográfico de la India en la Parte II).

3.9 Participación de la población local

Muy pocos bosques tropicales son verdaderamente bosques vírgenes en el sentido de no haber estado nunca habitados por el hombre (Webb 1982). Gran parte de las zonas han estado sujetas a una roza del bosque y a cultivos y están ahora compuestas por un mosaico de retazos en estados variables de desarrollo hacia la condición de "clímax". Un bosque nigeriano descrito por Jones (1955-56) no había logrado aparentemente una situación estable después de cerca de 250 años (Whitmore 1991). En algunas áreas, particularmente donde la roza fue muy extensa y prolongada debido a incendios repetidos, la composición específica de la vegetación había sufrido un cambio importante, por ejemplo, hacia una sabana arbolada derivada, o incluso un pastizal, mantenido posiblemente por el pastoreo y el ramoneo, así como por quemas ocasionales. Sin embargo, en ausencia de esta destrucción repetida de la regeneración, los bosques tropicales muestran una considerable capacidad para reaccionar y volver a cubrir el suelo después de las rozas. Por otro lado, a menos que a determinadas áreas se les permita permanecer o retornar a la fase madura de bosque (clímax), los recursos genéticos de las especies características de esta fase pueden verse amenazados debido al período de tiempo necesario para llegar a ella. El establecimiento de reservas forestales destinadas a una ordenación para producción de madera y la exclusión de cultivos migratorios tradicionales fue inicialmente una salvaguardia contra este peligro. Ello se ha visto comprometido por la creciente intensificación de la explotación de madera y el fracaso general para aplicar suficientes controles de extracción y la falta de intervenciones de ordenación posteriores para asegurar una regeneración efectiva en los bosques explotados. Al mismo tiempo, las crecientes apropiaciones abusivas o las cortas ilegales han reducido a una condición muy degradada al menos algunas partes del bosque de muchos (la mayoría) países tropicales. Al aumentar la presión de las poblaciones humanas sobre los escasos recursos de tierras fértiles, ha ido creciendo la amenaza sobre los bosques supervivientes (ver también el estudio monográfico sobre la India).

En recientes estudios sobre la ordenación forestal se ha reconocido que las actividades deben de tomar buena nota de las necesidades de las comunidades rurales y que ningún sistema de ordenación que se emprenda podrá ser sostenible sin la amplia aceptación de la población local, tanto en la planificación como en la puesta en práctica (FAO 1989b; FAO 1989c; FAO 1992a). No es probable lograr esta aceptación sin que se concedan algunos beneficios tangibles a corto y también a largo plazo. Mientras los beneficios que se perciban de la corta sean los de permitir el acceso al bosque para el aprovechamiento agrícola ilegal y robo de madera - particularmente de fustes que no han alcanzado la talla y del repoblado preexistente de especies valiosas que han quedado como resultado de una corta selectiva según unos límites de circunferencia o diámetro - los efectos combinados de la explotación legal y las depredaciones posteriores dañarán en modo creciente a los recursos genéticos de las especies valiosas. Sin embargo, la incorporación de una ordenación extractiva de PFNM, junto con el desarrollo de pequeñas empresas a escala rural basadas en la extracción selectiva de madera, podrían proporcionar empleo e ingresos a los habitantes de la zona. La participación cada vez mayor de la población local combinada con regímenes de corta menos intensivos, podría entonces ayudar a conservar un espectro más amplio de la diversidad genética *in situ*. Sin embargo, la premisa fundamental es la aceptación total de la población local de que la tierra debe restar permanentemente bajo la cubierta forestal.

Estos modelos teóricos de intervención positiva de las comunidades locales en una ordenación totalmente participativa de los bosques de producción sobre una base sostenible, se encuentran todavía sólo en fase experimental o de planificación en unos pocos países. El proyecto de la OEPF (Organización de Ejidos Productores Forestales) en Quintana Roo, en la península de Yucatán, México, se ha citado como un ejemplo de participación de las comunidades locales en la ordenación de bosques productores de madera, anteriormente bajo concesiones de compañías madereras. Aquí las comunidades (ejidos) participan directamente en todos los aspectos de la ordenación forestal así como en los beneficios generados por la venta de los productos forestales. Se registra un alto nivel de apoyo local a la ordenación forestal, por su valor como fuente de empleo e

ingresos (WWF 1991). Sin embargo, también se han registrado problemas técnicos relacionados con la regeneración y otros aspectos silvícolas del proyecto que requieren considerable ayuda externa (WRI 1991).

Tras los primeros estudios de los posibles planteamientos de una ordenación forestal para uso múltiple en la India y en Ghana (FAO 1985a), se han emprendido ahora nuevas iniciativas en marcha en ambos países, incluyendo elementos tanto de participación de la población local, como de conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos. En los bosques del Ghat occidental en el sur de la India, los proyectos de propuestas de ordenación para uso múltiple se basan en la zonificación del bosque y las tierras circundantes en cinco zonas de ordenación, de las cuales la zona central (Zona I) va a ser dedicada principalmente a la conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos. Este planteamiento refleja los principios contenidos en el concepto de "zona tampón" (Sayer 1991) y también en los aspectos participativos de los esquemas de silvicultura social y comunitaria.

El uso de los conocimientos locales en los estudios taxonómicos, ecológicos y fenológicos, es otro ejemplo de las formas en que la población local, particularmente los que están asentados desde muy antiguo o los indígenas, pueden influir positivamente en la conservación del bosque y sus recursos genéticos. Estos estudios son esenciales para conocer suficientemente la dinámica del bosque para fines de conservación. Con una orientación apropiada de las líneas de investigación científica necesaria y una cierta capacitación en las categorías de información requeridas, el íntimo conocimiento del bosque y de muchas de las especies que posee a menudo la población local, constituye una valiosa base para los estudios taxonómicos y ecológicos. Muchos botánicos tropicales pueden atestiguar la habilidad y el valor de los "buscadores de árboles" locales en los estudios taxonómicos y ecológicos en todas las regiones tropicales.

La escala de recolección de datos necesaria, incluso para una pequeña selección entre los muchos miles de especies presentes en la mayoría de los bosques tropicales, se sale de las posibilidades de los recursos de personal científico y recursos financieros disponibles a nivel nacional e internacional. Un ejemplo interesante es el uso de los llamados "parataxonomistas" en el programa actual para un inventario nacional de la diversidad biológica de Costa Rica, que se está emprendiendo bajo la dirección general del Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBIO). El programa se inició en 1989 integrando objetivos de conservación con la exploración de organismos potencialmente valiosos. Los datos de las nuevas colecciones se unen a la primitiva información en una base de datos informatizada que puede proporcionar datos relativos a identificaciones taxonómicas sobre importantes aspectos de la biología y autoecología de especies. El número de cursos intensivos cortos sobre "parataxonomía" ha transformado los rendimientos de la recolección y posterior identificación por especialistas de especies de artrópodos. Además del valor de la información y del material recogido, este planteamiento puede proporcionar un vínculo importante entre las comunidades locales y los gestores forestales (Tangley 1990). En el programa de Costa Rica, a diferencia de muchos países de Asia y Africa, la población local no es autóctona de la región y carece de la larga historia en el uso de los bosques que todavía se puede hallar en muchas otras zonas de América Central y del Sur. La participación de los parataxonomistas proporciona un vínculo entre las comunidades y el mejor conocimiento de los recursos naturales del país. Como la mayor parte de los efectos dañinos sobre los bosques naturales provienen de las poblaciones inmigrantes y las tecnologías, esta mejora del conocimiento a través de la participación en la recogida de datos sobre diversidad biológica, proporciona beneficios directos e indirectos.

CAPITULO 4

EL FUTURO DE LOS BOSQUES TROPICALES

Al considerar las posibles medidas e inversiones en la conservación de ecosistemas, especies y recursos genéticos, es esencial evaluar cuáles serán las futuras demandas en relación con los bosques y las tierras que éstos ocupan en la actualidad. Las existencias en crecimiento presentes y, particularmente, la repoblación preexistente en el momento de la extracción, determinan la composición específica y la posible selección de los árboles padre al final del ciclo de corta, que durará quizás de 15 a 30 años, o incluso 45 años o más en algunos casos. Sin embargo, la ordenación y conservación de los recursos genéticos de la masa leñosa explotable están condicionados por la influencia sobre la próxima fase productiva y sobre las generaciones siguientes, teniendo en cuenta factores tales como los posibles efectos de la endogamia, la contaminación genética y las reservas genéticas localmente adaptadas por fuentes de polen introducidas del exterior, o por una derivación genética en la evolución de las poblaciones. Esto obliga a considerar los objetivos de ordenación y producción, que quizás deberán referirse a un período futuro de 150 años o más.

Cualquier intento de prever la situación socioeconómica y medioambiental de los bosques de producción a tan largo plazo, es tan incierto que hacen cuestionable su valor. Incluso durante los pasados 50 años, la naturaleza cambiante de las demandas y oportunidades en relación con alrededor de los bosques ha alterado radicalmente los planteamientos de la ordenación. Es más, sigue al parecer aumentando la rapidez y magnitud de los cambios, particularmente en aspectos tecnológicos relacionados con el uso de la madera y la leña y con las posibilidades de manipular la producción, en particular los aspectos de ingeniería genética. Además, la probabilidad de un cambio significativo de clima en el mundo y en las distintas regiones añade más incertidumbre, puesto que la naturaleza exacta de tales cambios y, por tanto, la naturaleza e intensidad de su impacto en los bosques y en el medio ambiente de los futuros bosques de producción, son en gran medida imprevisibles. En consecuencia, no es con las condiciones socioeconómicas vigentes, de mercado y medioambientales, ni con las de las pasadas décadas, con las que deben ser armonizados los recursos genéticos del bosque, sino con las que se produzcan bien entrado el próximo siglo. El no tener este hecho en cuenta podría conducir a una peligrosa limitación de los objetivos de conservación y de la base genética necesaria para adaptar demandas aún no previstas.

4.1 Población y aprovechamiento de la tierra

A pesar de la preocupación por la gran incertidumbre que rodea a las condiciones medioambientales y las futuras demandas del mercado que hemos descrito anteriormente, la preocupación central en la planificación futura debe centrarse en el inevitable aumento de las poblaciones humanas y de la gravedad de las repercusiones en los recursos naturales incluidos los bosques naturales. A menos que en la productividad agrícola de las actuales tierras fértiles se puedan hacer algunas mejoras adicionales significativas por encima de las expectativas actuales, se necesitará sumar cada año grandes superficies de tierra cultivable para alimentar a la población creciente. Según las pasadas y presentes experiencias, gran parte de esta tierra será sustraída a los bosques actuales. Es probable que el análisis económico de la productividad y la contribución a las necesidades nacionales y locales de los bosques naturales, de cara a las crecientes demandas de tierra, tenga que concluir en que el bosque natural, como tal forma de uso de la tierra, es inaceptablemente caro. Al mismo tiempo, la escasez de capital en muchos de los países tropicales, y las altas tasas de descuento que se aplican para los proyectos de evaluación en el uso de financiación exterior, son un fuerte freno a la inversión para la rehabilitación de las extensas superficies ya deforestadas y de las tierras degradadas. Probablemente el efecto sobre el "banco de suelos" forestales, será por tanto, tan devastador en el próximo futuro como lo fue en el pasado reciente y, cuanto más se reduzcan los bosques, más graves serán los efectos sobre sus recursos genéticos. Una vez más, según pasadas experiencias, es probable que ésta sea la situación, como es el caso cada vez más frecuente, si la

producción en las tierras deforestadas se hace insostenible debido a las dificultades de laboreo y a la pérdida de fertilidad inherente de muchas áreas que todavía son forestales. Es probable que los costes eventuales para intentar restaurar la productividad de las tierras deforestadas sean muy altos, y el éxito dependerá bastante de la disponibilidad de recursos genéticos pertenecientes a alguno de los tipos de vegetación perenne, arbustos y árboles originales.

Según la valoración de algunos genetistas de cultivos agrícolas, hemos llegado ya muy cerca del límite de las tierras utilizables para la agricultura (Hawkes 1990) y debemos mirar por un uso más eficaz de las tierras marginales mediante la adaptación basada en la selección y los cruzamientos para el necesario incremento de la producción alimentaria. Ello subraya la importancia de los recursos genéticos de las especies leñosas de uso múltiple en las tierras áridas y semiáridas, que es cada vez más importante en el contexto del calentamiento general, y con la probabilidad de que ocurran tensiones y acontecimientos climáticos extremos. A este respecto, la conservación de fragmentos de bosque xerofítico sumamente importantes y amenazados y de sus recursos genéticos, tales como, por ejemplo, los existentes en las tierras bajas del Pacífico y Centroamérica, depende del reconocimiento de su importancia para la sostenibilidad a largo plazo del uso de la tierra. Consideraciones similares se pueden aplicar a muchas zonas de bosques tropicales y bosques pluviales que quedan en lugares de baja fertilidad inherente, tales como las arenas profundas que tapizan algunos bosques pluviales amazónicos y los podsoles de las formaciones de brezal.

4.2 Demanda de madera y mercado internacional

Si bien las tendencias de la población y los usos de la tierra son claras, resultan más problemáticas las previsiones sobre los niveles y modelos de consumo de madera y leña, incluso para un período de unas pocas décadas. Las previsiones a largo plazo que se requieren en el contexto de la conservación de los recursos genéticos no pueden ser sino sumamente inciertas. La mayor parte de las previsiones para las tendencias de la madera tienen un horizonte más corto, pero un reciente estudio de Arnold (1991) por cuenta de la Comisión Forestal del Reino Unido, a proporcionado algunas indicaciones valiosas para las tendencias a largo plazo.

A escala mundial, y también de todas las principales regiones industrializadas, la tasa de crecimiento del consumo de madera industrial ha ido disminuyendo lentamente del 3,5 por ciento anual durante 1950/60 al 2,2 por ciento en 1960/70 y el 1,1 por ciento en 1970/80 (Sedjo y Lyon 1990, en Arnold 1991). Esto refleja claramente una serie de tendencias a largo plazo que, con probabilidad, parecen continuar, principalmente en los usos y mercados para algunas aplicaciones, tales como la construcción en gran parte de Europa, Norteamérica y Japón, que parecen estar aproximándose a un nivel de equilibrio, mientras que los adelantos para aumentar la duración de los productos de madera, la reducción de los usos que desperdician madera y el aumento de la importancia de sus sucedáneos, están influyendo cada vez más en los niveles de demanda. Los resultados del análisis del informe de Arnold (1991) demuestran que el consumo aumenta más rápidamente en los países en desarrollo que en las regiones industrializadas y que se esperan sustanciales aumentos de la demanda de madera industrial en África, Asia y América Latina en lo que queda de siglo.

El sector forestal en los países en desarrollo experimentó una rápida industrialización entre 1950 y 1980, pero la creciente demanda local, ligada a las poblaciones en expansión, absorbió la mayor parte del aumento de producción (CEE/FAO 1986). Como los mercados interiores de los países productores de madera tropical son menos exigentes en cuanto a calidad que sus mercados para la exportación, pueden utilizar un conjunto más amplio de especies y, como el volumen total de recursos de madera procedentes de zonas de bosque natural menguantes va disminuyendo, pueden aceptar materiales de baja calidad y diferentes orígenes, más que los suministros de alta calidad y constantes que requieren los mercados internacionales. Al mismo tiempo, las presiones sobre la tierra han conducido a varios países tropicales, especialmente los que son objeto de una alta presión

demográfica, a proponer la sustitución efectiva del bosque natural por plantaciones industriales para satisfacer las necesidades de producción de madera (Nwoboshi 1987; Kio y Ekwebelan 1987).

Estas tendencias en la ordenación de los bosques naturales tropicales llevan a aceptar en el mercado interior madera heterogénea, de usos múltiples, obtenida al mínimo coste, con muy poca atención a la selección de especies, y acompañada quizás más por la dependencia progresiva de la regeneración artificial de especies de crecimiento rápido, incluidas las exóticas, que de la regeneración natural del bosque autóctono. A menos que se adopten medidas eficaces para contrarrestar esta tendencia, la ordenación del bosque natural tenderá probablemente hacia un planteamiento de "corta y abandono" (Poore 1989) con una reinversión muy limitada en el control de la corta y en la protección posterior del bosque en regeneración. Este modelo de actuación se sigue ya en muchos bosques tropicales y refleja los bajos niveles de financiación y beneficios. Las inversiones pueden ser atraídas más fácilmente para las plantaciones industriales y, en tanto en cuanto estas tengan por objeto satisfacer primordialmente las necesidades internas de leña y madera, las especies que se seleccionen serán las de crecimiento rápido y de uso general, capaces de obtener un crecimiento satisfactorio en tierras degradadas que no se necesitan para la producción alimentaria. Las especies pioneras, tal como los pinos tropicales, son la opción natural en estas plantaciones, con la ventaja de haber sido ya objeto de una investigación sustancial de su variación genética y su adaptación a una serie de lugares mediante ensayos de procedencia (Barnes y Gibson 1984; Gibson *et al* 1989). Si esta tendencia se continuara hasta su conclusión lógica, la conservación de los recursos genéticos de las especies madereras tropicales utilizadas en los bosques de producción, se limitaría a las especies pioneras y de crecimiento rápido, propias de la fase de calvero, capaces de mantener poblaciones viables a lo largo de repetidos ciclos de cortas muy indiscriminadas, a intervalos, probablemente, de 15 a 20 años, en muchas estaciones forestales.

El mercado internacional de madera tropical ha sido una importante fuente de beneficios para muchos países tropicales, que en el pasado se ha basado en gran parte, en las primeras cortas de los bosques naturales, incluida una gran proporción de maderas duras de alta calidad con cualidades excepcionales o, incluso, únicas. La mayoría de las maderas de más alto valor están entre los grupos de crecimiento lento correspondientes a las últimas fases ecológicas, características del bosque clímax, en fase de madurez. Algunas maderas duras comerciales importantes, en particular algunas meliáceas (p.ej., *Cedrela odorata*, *Entandrophragma spp.*, *Swietenia spp.*, *Terminalia ivorensis*, *T. superba*, *Milicia excelsa* [sin. *Chorophora excelsa*], etc.) son especies propias de la fase de calvero natural, pero no es probable que se encuentren en gran proporción en la masa sometida a sistemas de ordenación de ciclo corto de "corta y abandono". Sin la disponibilidad de suministros constantes de volúmenes considerables de estas especies de madera dura y de mediano valor en las futuras extracciones de madera, parecen escasas las perspectivas de una ordenación lucrativa de los bosques tropicales orientada a la exportación.

El grueso de la oferta mundial de madera industrial en la actualidad proviene de los bosques de la zona templada del norte, donde, a diferencia de los bosques tropicales, el incremento neto total excede a las cortas y el volumen de existencias en crecimiento aumenta. Es más, la tendencia de sustraer tierras productivas a la producción agrícola que se está desarrollando en esta zona en respuesta a las presiones económicas y relacionadas con el mercado, está aumentando la posibilidad de incrementar tanto la superficie como la productividad de los bosques. Aunque puedan imponerse algunas limitaciones a la producción de madera industrial en estos bosques templados, si se toman decisiones para restringir las extracciones de madera para favorecer objetivos de ocio y de recreo y también a causa de daños producidos como resultado de posibles plagas, enfermedades o contaminación atmosférica, parece que los efectos probables del cambio climático serán favorables a que se incrementen las tasas de crecimiento en volumen de los bosques de la zona templada del norte. Es más, la fuerte concentración de conocimientos científicos y el alto nivel de ordenación forestal que se encuentran generalmente en esta zona, ofrecen la mejor base para anticipar los efectos del cambio climático, mitigar los perjuicios y aprovechar las nuevas posibilidades de un crecimiento

más rápido. Por tanto, parece probable que el futuro comercio de madera tropical estará cada vez más restringido a la exportación de las maderas de más alta calidad hacia el mundo industrializado, con cierta continuidad y expansión del comercio de la madera de usos generales entre los países en desarrollo (Arnold 1991).

Leslie (1987) ha señalado la importancia económica especial de las maderas de alto valor que son exclusivas de los bosques naturales tropicales y no tienen, por tanto, sucedáneos adecuados. Puntualiza que la perspectiva de mercado para estas maderas es diametralmente opuesta a las débiles perspectivas de mercado de la mayoría de los productos de sistemas de gestión alternativos, sean éstos agrícolas o de plantaciones, que compiten por la tierra con los bosques naturales. Las perspectivas relativas económicas de la ordenación de los bosques naturales podrán mejorar sólo en estas circunstancias, es decir, si están basadas en estas especies de madera de alto valor.

Algunos estudios recientes de los posibles incentivos para una ordenación sostenible de los bosques tropicales, destacan la importancia potencial de asegurar o transferir una mayor proporción del valor último de los productos, determinado a la salida del mercado en los países industrializados, para que se reinviertan en los bosques (p.ej., OFI 1991). Un importante aspecto de ello es el desarrollo de una segunda transformación eficiente y más intensa de los productos forestales en los países de origen. Las exportaciones de productos transformados se están extendiendo, a pesar de algunas restricciones evidentes en las oportunidades de mercado de las principales regiones consumidoras. Existen ciertos peligros en la ampliación de la capacidad industrial por encima de los niveles precedentemente sostenibles de cortas permitidas en los bosques. No obstante, con un control de calidad y unas disposiciones para la comercialización adecuadas, la segunda transformación y otras posteriores de alta calidad parecen representar la mejor opción para mantener un espacio exclusivo de mercado de maderas tropicales selectas, proporcionando, por tanto, un incentivo para la ordenación sostenible de los bosques tropicales naturales. Algunos informes sobre especies tales como el ébano, la teca y el palo de rosa que se están comercializando excepcionalmente a precios entre los 5 000 y los 7 000 dólares EE.UU. por m³ (ITTO 1991), indican la existencia de un espacio de mercado de la madera de alto valor que probablemente se mantenga firme mientras la disponibilidad y el suministro de estas maderas de gran calidad procedentes de los bosques naturales continúe disminuyendo.

Es probable que la preocupación entre el público y los medios de comunicación de los países industrializados por la deforestación y degradación de los bosques tropicales, y particularmente por los efectos de las extracciones madereras en los bosques pluviales tropicales, influya cada vez más en el comercio internacional. Dadas las actuales tendencias, parece probable que se reduzca considerablemente la demanda tradicionalmente fuerte de madera tropical en Alemania, Holanda, el Reino Unido y los Estados Unidos, e incluso en el Japón. La Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO) en la octava reunión de su Consejo en 1990, adoptó la fecha límite del año 2000 a partir de la cual se debe asegurar que toda la madera tropical destinada al comercio internacional proceda de bosques sometidos a ordenación sostenible. En la misma reunión se aprobó una serie de directrices internacionales para la ordenación sostenible de los bosques naturales tropicales (ITTO 1990), elaboradas por un Grupo de Expertos en el que estuvieron representados expertos a título individual, organizaciones internacionales (FAO) y ONG (WWF). En su 10ª reunión en 1991 el Consejo de la ITTO, inició los trabajos para elaborar Directrices para la Conservación de la Diversidad Biológica en los Bosques de Producción, que complementen las directrices generales para la ordenación sostenible en los bosques naturales y los bosques procedentes de plantación ya existentes.

En la medida en que los países productores de madera sean capaces de alcanzar el objetivo de la ITTO de asegurar la ordenación sostenible en los bosques de producción en el año 2000 y de implantar un certificado internacionalmente aceptado para la madera a estos efectos, podría desaparecer la consiguiente resistencia de los consumidores a las importaciones de madera tropical.

Parece evidente que los criterios de una ordenación sostenible deben incluir aspectos relacionados con la preocupación ecológica y medioambiental, incluyendo la conservación de la diversidad biológica y de los recursos genéticos de las especies arbóreas que se comercialicen. Dependiendo de los criterios que se adopten para juzgar la ordenación sostenible, los bosques de producción, sometidos a una ordenación que permita mantener una amplia gama de especies y su variación intraespecífica y que prevea la inclusión de un conjunto de estadios sucesivos en todo el territorio nacional, tendrán más probabilidad de recibir la aprobación pública y política que los que estén explotados más intensivamente, en ciclos de corta breves, sin atención a la conservación genética.

Los países en que se observe que se han incorporado medidas de conservación de los recursos genéticos forestales y existe la preocupación por ampliar la gama de diversidad biológica en sus sistemas de ordenación de los bosques de producción, estarán mejor colocados para asegurarse mercados favorables para su madera.

4.3 Bosques tropicales e intereses medioambientales

La relación entre los bosques tropicales y la estabilidad de las condiciones climáticas locales, y posiblemente regionales y mundiales es un concepto ampliamente admitido, aunque todavía no se comprende perfectamente. Los estudios en el Amazonas y en el África occidental han demostrado la importancia de la evapotranspiración procedente de los bosques tropicales para influir en las lluvias locales y su importancia en el ciclo hidrológico (Salati 1987; Shuttleworth 1988). Se cree que los bosques tropicales pueden jugar un papel clave en los sistemas circulatorios generales de la atmósfera, con la consiguiente influencia en las pautas de las precipitaciones. Es evidente su papel como importante almacén de carbono, a pesar de que se presume que los bosques en fase de madurez estén en un equilibrio aproximado entre captación y descarga del dióxido de carbono. A este respecto, el establecimiento de bosques jóvenes de crecimiento rápido puede ejercer claramente una influencia mayor en el posible calentamiento global, en la medida en que éste pueda ser el resultado de una concentración creciente de dióxido de carbono en la atmósfera.

No es probable que la composición específica de los bosques tropicales, excepto en el caso en que pueda ser esencial para el funcionamiento del ecosistema en un determinado lugar, juegue un papel de importancia fundamental dentro de la estabilidad climática regional o mundial. Hay también pocas pruebas de la relación entre la diversidad específica y el funcionamiento del ecosistema (di Castri y Younes 1990). Con la excepción de ciertas especies "fundamentales", existe al parecer un alto nivel de presencia superflua de determinadas especies en el funcionamiento de los bosques tropicales de gran diversidad, por lo que parece probable que, con una buena ordenación, los bosques secundarios compuestos en gran parte por especies de rápido crecimiento relativo, características de los primeros estadios de la sucesión ecológica, podrían asumir adecuadamente el papel medioambiental del bosque.

Sin embargo, se acepta también cada vez más que la pérdida de diversidad biológica es, en sí misma, un problema medioambiental. El peligro de tal pérdida es inmediato y, por tanto, la necesidad de una mayor intervención internacional es tan urgente como para la amenaza de cambio climático mundial.

En 1988, el PNUMA, junto con otros miembros del Grupo para la Conservación de los Ecosistemas (entonces integrado por la FAO, la Unesco, la UICN y el WWF Internacional) iniciaron actividades dirigidas a la preparación de un Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica. Desde el principio se reconoció la importancia especial de los bosques tropicales a este respecto. El requisito fundamental de la conservación *in situ* de los recursos genéticos y la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales se adoptó como un principio fundamental, vinculado a las obligaciones generales de todas las partes en un posible Convenio para conservar los hábitats naturales, las especies, las poblaciones viables y los recursos genéticos *in situ*. También hubo un

reconocimiento general de la necesidad de integrar la conservación de la diversidad biológica con el desarrollo y el posible papel de los bosques objeto de ordenación para la producción de madera y otros productos. Los diversos borradores de convenio que preparó el Grupo de Conservación de Ecosistemas fueron examinados luego por los gobiernos nacionales en el contexto de los preparativos para la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)¹. El WRI, la UICN y el PNUMA, en consulta con la FAO y la Unesco, prepararon también una "Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad", pidiendo el establecimiento de un decenio de acción y los recursos financieros necesarios para que pudiera ser factible internacionalmente (IRM 1992).

Las Conversaciones sobre un posible convenio internacional, una carta, protocolo u otro tipo de acuerdo "general", dirigidos a la conservación de los bosques, tal como había sugerido el grupo de los siete países más industrializados en su reunión de Houston en julio de 1990, se continuaron activamente en el Comité de Montes de la FAO en septiembre de 1990 y en el Consejo de la FAO en su reunión de noviembre de 1990. Posteriormente, se acordó proseguir estas conversaciones en el foro de los comités preparatorios para la reunión de la CNUMAD, lo que condujo a la elaboración de un proyecto de declaración de principios para la ordenación, la conservación y el desarrollo sostenible de todos los tipos de bosque². Aunque no sean jurídicamente vinculantes, los "Principios Forestales" pueden utilizarse en el futuro como la base de un acuerdo internacional más formal. Tal instrumento internacional, cualquiera que sea, deberá prestar particular atención a la importancia de los bosques tropicales en la conservación de la diversidad biológica y de los recursos genéticos y a sus consecuencias, por lo que respecta a la prestación de asistencia financiera y técnica a los países tropicales a este respecto.

Aunque puede que la diversidad genética de los bosques tropicales no sea significativa dentro de las funciones climatológicas de los bosques, es, ciertamente, vulnerable a los efectos de los cambios climáticos. Estos efectos pueden ser particularmente graves en los principales ecotonos donde se encuentran los biomas adyacentes, por ejemplo, en la zona de transición entre el bosque tropical cerrado y la sabana arbolada (Holdgate *et al* 1989). En estas situaciones, donde según algunos expertos un cambio de 3°C en la temperatura media podría llevar a una desviación del tipo de hábitat de 250 km de latitud aproximadamente (MacArthur 1972, *en* McNeely 1990), cada especie responderá según su propia capacidad. Esta se verá fuertemente afectada por los niveles de diversidad genética entre poblaciones y entre árboles individuales dentro de cada especie, y otorga mayor importancia a la conservación de los recursos genéticos de las especies leñosas en estas zonas de transición.

En los bosques tropicales, es probable que las especies pioneras tolerantes a la luz, cuyas semillas son distribuidas por el viento, o aquellas que tienen una alta dispersión efectiva mediante pájaros, murciélagos u otros animales conocidos como dispersores de semillas en amplias áreas, sean capaces de adaptarse más fácilmente al cambio climático que las especies de frutos grandes y pesados que caen intactos y cuyos brinzales se han adaptado a sobrevivir bajo la cubierta del bosque. Esto nos sugiere que los árboles característicos de la fase madura del bosque clímax, probablemente se verán

¹ El Marco Internacional para el Convenio sobre Biodiversidad que resultó de las discusiones, fue firmado en la CNUMAD en Río de Janeiro (junio 1992) por 154 países; entrará en vigor después de que 30 de los países signatarios efectúen su ratificación nacional y gubernamental (*ver* p.ej., FAO 1992b).

² "Una Declaración de Principios sin Poder Legal Vinculante para un Consenso Global sobre la Ordenación, Conservación y Desarrollo Sostenible de todos los Tipos de Bosques", se adoptó en la CNUMAD en Río de Janeiro (junio 1992).

más perjudicados por el cambio climático que las especies pioneras de amplia distribución, especialmente, si estas últimas, muestran también un alto grado de diversidad y sistemas de fuerte exogamia.

4.4 Sistemas de áreas protegidas

El reconocimiento cada vez mayor de la importancia de la diversidad biológica y de la excepcional riqueza de los bosques tropicales en este concepto puede mejorar las posibilidades de que se incluyan sistemáticamente aspectos de conservación *in situ* de los recursos genéticos en las áreas de protección total, tales como parques nacionales o reservas autóctonas. Los principios se establecieron ya en la Estrategia Mundial para la Conservación (UICN 1980) que ha sido ampliamente aceptada. En la Estrategia, es primordial el reconocimiento de la interdependencia entre conservación y desarrollo. Este tema fue ampliado posteriormente en la revisión de la Estrategia de 1990 (UICN 1991a) que propugna un sistema completo de bosques naturales protegidos y mayores esfuerzos para conservar los recursos genéticos forestales. El uso de la expresión "Espacio Protegido" abarca una variedad de planteamientos para la protección y la ordenación de las áreas naturales y seminaturales, clasificados en ocho categorías principales. Varias de estas categorías pueden admitir el aprovechamiento sostenido de productos forestales dentro de los objetivos y las prácticas de ordenación, tanto para conservar la diversidad biológica como para aportar beneficios sostenibles a la población local y a las economías nacionales. Esto es aplicable, por ejemplo, a la Categoría IV (conservación de la naturaleza, reservas naturales ordenadas o santuarios de vida silvestre), la Categoría VI (reservas de recursos), la Categoría VII (áreas naturales bióticas o reservas antropológicas, para el aprovechamiento tradicional local de PFTM) y la Categoría VIII (áreas de ordenación para uso múltiple o áreas de recursos sometidos a ordenación) (UICN 1990). Sin embargo, los objetivos fundamentales de las áreas protegidas son mantener los procesos ecológicos inherentes a los sistemas naturales y conservar su diversidad genética y sus recursos para el uso sostenible.

Hay otras dos categorías de zonas de conservación reconocidas internacionalmente que pueden superponerse a las categorías de la UICN, a saber, la de las reservas de la biosfera, en el Programa de la Unesco Hombre y Biosfera (MAB); y la de las zonas patrimonio de la humanidad, declaradas tales por los países que forman parte de la Convención de la Unesco sobre el Patrimonio Mundial. El Programa MAB de la Unesco trabaja en estrecha colaboración con la FAO, el PNUMA y la UICN y con el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC). Se propone que todas las reservas de la biosfera tengan un objetivo científico además de un objetivo de desarrollo y que se pueda permitir el aprovechamiento, incluidas las cortas de madera, donde se considere oportuno para mejorar el conocimiento de las bases científicas de la ordenación sostenible. Las áreas aceptadas como zonas patrimonio de la humanidad pueden aspirar a recibir cierta ayuda financiera a través del Fondo Fiduciario del Patrimonio Mundial, que podría imponer restricciones al uso de los recursos. Roche y Dourojeanni (1984) han evaluado las diversas categorías de áreas protegidas en razón de su contribución a la conservación de los recursos genéticos forestales.

Aunque los sistemas de áreas protegidas forman el "núcleo" de las intervenciones nacionales e internacionales para conservar la diversidad biológica, los adelantos en la biología de conservación (p.ej., Harris 1984; Soulé 1986; Wilcox 1990) han revelado las limitaciones de tales sistemas en la conservación de ecosistemas, especies y recursos genéticos. La mayor parte de los biólogos conservacionistas reconoce ahora que las redes de áreas protegidas, incluso en las valoraciones más optimistas de las áreas que probablemente se han de asegurar, no lograrán conservar todas, o incluso la mayoría, de las especies y recursos genéticos que sería de desear (FAO 1989a; FAO 1992c; McNeely *et al* 1990). La superficie total y el modelo de distribución necesarios excedería con mucho las posibilidades prácticas y la voluntad de las comunidades locales y de los gobiernos de sustraer estas áreas de sus usos productivos, o para limitar de manera decisiva estos usos. Por tanto, la única solución es un mosaico planificado de áreas protegidas integradas con los bosques productivos objeto de ordenación de tal manera que contribuyan con una capacidad complementaria a la conservación

mundial de la diversidad biológica en general, incluidos los recursos genéticos de las especies que son componentes importantes de estos bosques.

La decisión sobre las prioridades que han de atribuirse en la asignación de las áreas protegidas se basa normalmente en consideraciones de valor del espacio natural, riqueza de especies, endemismos, grado de amenaza de destrucción del hábitat, teorías sobre los refugios del Pleistoceno y atención a las llamadas "zonas calientes", (Wilson 1988; Myers 1988; Reid y Miller 1989; McNeely *et al* 1990; Wilcox 1990). Su representatividad con respecto a los recursos genéticos forestales es limitada por falta de información sobre los modelos de distribución, especialmente a nivel de variación intraespecífica, y a causa de las presiones de otros sistemas de aprovechamiento de la tierra. La mayor parte de las áreas de bosques primarios o bosques clímax que quedan están en lugares que se estiman no idóneas para la agricultura intensiva o que se encuentran a distancia muy remota de los centros de población, o ambas cosas a la vez. En las tierras bajas tropicales fértiles, los bosques, o bien se han modificado profundamente o bien han sido eliminados. Donde todavía existe la oportunidad de seleccionar y reservar áreas protegidas, el intento de conservar poblaciones potencialmente valiosas de especies importantes, debe basarse normalmente en modelos de variación medioambiental o en la variación de comunidades vegetales, más que en un conocimiento detallado de los modelos de variación genética actual de las especies que las componen.

También el tamaño y la forma de las distintas áreas protegidas dependen en gran medida, y a menudo en forma determinante, de presiones exteriores más que de consideraciones teóricas sobre el tamaño mínimo de la población. Sin embargo, incluso pequeñas áreas pueden contribuir en medida importante a la conservación (Simberloff 1982, 1983), de forma que reservas incluso menores, de 10 ha, pueden bastar para conservar poblaciones viables de muchas especies vegetales (McNeely *et al* 1990). Una ventaja de las áreas pequeñas es que son más manejables, tanto para el estudio de su composición específica y autoecología como para su protección efectiva, y ofrecen más posibilidades para la diversificación a lo largo del total del territorio natural. Un inventario minucioso de la flora arbórea y, a ser posible, de otros tipos de flora y fauna (que tenga en cuenta presencia, densidad y distribución), es esencial para una conservación eficaz y puede habilitar estas pequeñas áreas para que sean utilizadas de manera eficaz conjuntamente con otros lugares de conservación *in situ* y con acciones *ex situ* (ver también el estudio monográfico de Ghana).

El valor de las áreas protegidas para la conservación de los recursos genéticos suele disminuir habitualmente por falta de recursos y capacidad para su control y gestión. Roche y Dourojeanni (1984) han llamado la atención sobre la necesidad de una ordenación eficaz de las áreas protegidas y del papel clave que a este respecto desempeñan las áreas de recursos sometidos a ordenación (UICN, Categoría VIII), puesto que permiten la manipulación de poblaciones con vistas a su utilización y posible incremento de sus recursos genéticos. Han sugerido también que se revise la legislación vigente para otras categorías de áreas protegidas, tales como los parques nacionales, para permitir actividades tales como la recolección de semillas y otros materiales de reproducción. Señalan que la zona de protección total ("núcleo") dentro de muchos parques nacionales es a menudo suficientemente extensa para permitir una zonificación en diferentes secciones con diversos objetivos y sometidas posiblemente a distintas prácticas de ordenación. Este principio, el de asociación de diferentes sistemas de ordenación dentro de bloques contiguos de bosque, es muy importante para la integración eficaz de objetivos de conservación y desarrollo. Ejemplos que lo ilustran muy bien son las reservas de selva virgen en los bosques productivos de Malasia, y el concepto de "zonas tampón" alrededor de los bosques protegidos.

4.5 Zonas tampón forestales

Las áreas protegidas, particularmente, aquellos cuyo tamaño y ubicación no alcanzan el modelo ideal, podrán lograr sus objetivos de conservación solo si el territorio que les rodea está sometido a una ordenación apropiada compatible con los objetivos del propio espacio protegido. Esto pudiera requerir el establecimiento de una "zona tampón" que pueda alcanzar esos objetivos y también el de proporcionar beneficios apropiados para la población local. La experiencia ha demostrado que no basta la protección legal de las áreas de conservación para prevenir la usurpación y las incursiones dañosas en el bosque, particularmente donde existen asentamientos humanos cerca de los límites (Sayer 1991). Es más, en las reservas relativamente pequeñas las especies arbóreas que surjan naturalmente, con densidades muy bajas, estarán expuestas al riesgo de posible endogamia o niveles insuficientes de regeneración, que pueden evitarse si sus poblaciones se extienden dentro de áreas circundantes de bosque ordenado. Esta extensión protectora puede ayudar a conservar una gama más amplia de variación intraespecífica.

Algunos intentos de desarrollo de zonas tampón han sido desalentadores (Wells *et al* 1990), pero otros han tenido más éxito. Entre las ventajas, además de la extensión del tamaño efectivo de la población de algunas especies y de la distancia que separa el área protegida o "núcleo" de los asentamientos humanos y de la agricultura intensiva, cabe incluir la de la intensificación del apoyo local a los objetivos de conservación como resultado de la participación en usufructo de los beneficios de la zona tampón, p.ej., como áreas de caza.

La definición del concepto de zona tampón dada por MacKinnon (1981) fue la de "áreas periféricas a los parques nacionales o reservas a las que se han aplicado restricciones a su uso para añadir un grado de protección a la propia reserva nativa y compensar a los aldeanos por la pérdida del acceso a las áreas de estricta reserva". Sin embargo, Sayer (1991) interpreta el concepto de una manera más amplia para incorporar una serie de posibles actividades de desarrollo que puedan generar beneficios para la población local además de extender el efecto del espacio protegido, al menos para algunas especies animales y vegetales. Estas actividades podrían incluir en algunos casos la agrosilvicultura, la plantación de árboles u otros usos alternativos de la tierra, pero en términos de conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales, la forma más apropiada de ordenación es claramente la utilización modificada del bosque natural. El parque nacional de Corbett al norte de la India es un ejemplo ya de hace tiempo de la manera en que el mantenimiento de bosques seminaturales de "sal" (*Shorea robusta*) ha servido de amortiguador respecto al área protegida, que ha proporcionado al mismo tiempo una producción de madera de calidad a las autoridades forestales y productos forestales no madereros a la población local.

En las principales masas boscosas que quedan, tales como la Amazonia, la Cuenca del Zaire-Congo y partes de Indonesia, existen las mejores perspectivas realistas de mantener zonas tampón de bosque natural con un cambio relativamente pequeño en la composición de sus especies y, por tanto, una contribución máxima a la conservación *in situ*. Existen todavía algunas posibilidades en otras partes de Africa donde las presiones de la población alrededor del bosque no son todavía graves de desarrollar una zona tampón de bosques secundarios, con una concentración más alta de especies pioneras. Sin embargo, mediante ligeras cortas selectivas de especies de rendimiento sostenido, posiblemente unidas al aprovechamiento de PFM, deberían permitir mantener mejor una amplia gama de diversidad total. El punto más importante es que la ordenación del espacio protegido y de las tierras contiguas, sea planificada y gestionada como una unidad integrada. De esta manera, los recursos genéticos de las especies, tanto de bosques que han alcanzado los últimos estadios como los que se encuentran en los primeros estadios de la sucesión ecológica, pueden ser atendidos adecuadamente en zonas de ordenación separada. Se deben establecer objetivos y prioridades claros para cada zona, desde el "núcleo" central, donde la conservación de la diversidad biológica global debe de ser primordial, el bosque sometido a extracción selectiva, prestando la debida atención a la conservación de los recursos genéticos de los árboles maderables importantes, hasta las zonas más

externas, donde la producción de leña y productos forestales no madereros debe ocupar la prioridad más alta, con una estrecha participación de las comunidades locales (ver el estudio monográfico de la India).

Otra función importante que desempeñan las áreas sometidas a ordenación fuera del espacio protegido principal, es el de servir como "pasillos" para el desplazamiento de las poblaciones animales, particularmente en el contexto de posibles cambios climáticos. Si son suficientemente anchas y seguras podrían permitir también la migración de algunas plantas y especies, incluidas especies arbóreas. Sin embargo, dada la probable velocidad del cambio y la extensa fragmentación de los bosques tropicales, el desplazamiento de los recursos genéticos de las especies arbóreas importantes dependerá más de las estrategias de conservación *ex situ*.

CAPITULO 5

ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACION *IN SITU* EN LOS BOSQUES DE PRODUCCION

5.1 Políticas nacionales

Los recursos genéticos son un patrimonio nacional del país y, por tanto, dependen de que se apliquen políticas nacionales claras para su uso y conservación. La aportación potencial de cada bosque de producción o de unidad de ordenación dentro de un bosque a los objetivos nacionales para la conservación y/o el uso productivo sostenible, variará de acuerdo con la ubicación, la composición específica, el tamaño, la forma, las características ambientales y otros muchos factores. Su aportación efectiva debería determinarse por los objetivos y la calidad de la ordenación, relacionados con su valor potencial de conservación. No es posible, ni tampoco necesario, dedicar igual prioridad e intensidad de conservación *in situ* en todos los bosques de producción. A un nivel mínimo, toda correcta ordenación sostenible tendría que prever disposiciones sobre la protección de las condiciones del lugar, la presencia de árboles padre, la regeneración por brinzales y la repoblación preexistente de especies idóneas en combinaciones apropiadas de acuerdo con los criterios de ordenación y silvicultura. Para el genetista forestal puede ser aceptable, por lo que respecta a los efectos sobre los recursos genéticos, una gama de posibles sistemas de ordenación para la producción, dependiendo de las poblaciones elegidas. Una extrema refinación de la composición del bosque a favor de una o pocas especies en bosques originalmente pluriespecíficos, si se hace con pleno conocimiento de la dinámica del ecosistema y de las repercusiones en su funcionamiento a largo plazo, puede ser una forma aceptable de conservar los recursos genéticos de las especies principales, aunque a espensas de la diversidad más amplia (en especies) del bosque, que tendría que recibir la debida atención en otras áreas del patrimonio forestal. Incluso, las cortas a hecho y la sustitución del bosque mixto por plantaciones de una sola especie autóctona, si están basadas en semillas ampliamente representativas recogidas en el mismo lugar, se podrían calificar como conservación *in situ*. Sin embargo, tales planteamientos serían excepciones a la regla general de lograr la conservación a través de la regeneración natural de las especies elegidas que componen el ecosistema, con una orientación concreta a la conservación.

En muchos casos, la necesidad de lograr una producción máxima de madera y otros productos de superficies limitadas de territorio, requiere concentrar la capacidad de la estación forestal en el crecimiento de una o algunas especies o grupos de especies de rápido crecimiento, que muy probablemente procederán de gremios pioneros o invasores de calveros y, posiblemente de especies exóticas. El gestor forestal podría argumentar que esta solución favorece la tendencia a asignar otras áreas forestales para la conservación *in situ*, como parte de una estrategia global. Sin embargo, pasadas experiencias con desarrollo de plantaciones supuestamente "complementarias" para preservar el bosque natural, han indicado la necesidad de un plan general más sólido y más coherente para asegurar que también se consiguen los objetivos de conservación. Como se ha dicho antes, el papel de las distintas áreas en los bosques de producción para la conservación *in situ*, debe determinarse en relación con los modelos de distribución y variación de las especies y poblaciones elegidas y con la aportación de la red de áreas de protección total, parques nacionales, etc., dentro de una estrategia de conservación nacional global. Los bosques de producción, además de su función de complementar el sistema de espacios protegidos, llenando "vacíos" fundamentales en la variedad de especies o tipos de bosque, pueden entrañar otro valor en el ámbito de la conservación, por ejemplo si están situados junto a áreas protegidas, o bien formando un "pasillo" de unión con otras áreas ordenadas o protegidas.

Los intereses regionales e internacionales más amplios en materia de conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos, que dan lugar a modelos de distribución extendidos a varios países, y el reconocimiento mundial de la importancia de los bosques tropicales a este respecto,

abren la posibilidad de asegurar un apoyo financiero y técnico adicional a las medidas de conservación. Aunque esta preocupación internacional, particularmente cuando se centra en valores de existencia de la diversidad biológica, se extiende probablemente más allá de los valores de uso más inmediatos de los recursos genéticos forestales de interés directo para el país huésped, puede también dirigirse a reforzar los objetivos nacionales de conservación de determinadas áreas y poblaciones forestales. Sin embargo, es esencial una política nacional clara y coherente para la conservación de sus recursos genéticos para asegurar que se pueda obtener el máximo provecho de estas oportunidades de expansión, de forma que sirvan al interés nacional al mismo tiempo que a objetivos mundiales más amplios.

Tal como se vio en los estudios monográficos de Ghana y la India, por ejemplo, al adoptar las medidas necesarias para asegurar una conservación eficaz, deben tenerse en cuenta atentamente e incluirse los intereses de las poblaciones locales que habitan en el bosque o alrededor de él, y deberán extenderse, cada vez más, fuera de los bosques, para abarcar aspectos de la industria y el comercio; y fuera del sector forestal en conjunto, hacia áreas de responsabilidad en otros sectores de gobierno. Esos intereses pueden tropezar con políticas centrales relacionadas con la asignación de ingresos y gastos y con prácticas comerciales y mercantiles interiores y exteriores. En estos casos, los cambios necesarios en las prácticas de ordenación de las distintas áreas forestales dependen de decisiones de política central a alto nivel, que afectan a varios sectores. Tal vez sea necesario también examinar y revisar las leyes y normas vigentes. Aunque muchas de las medidas tales como la revisión del nivel de tarifas forestales, la adopción y la imposición efectiva de tasas diferenciales del valor de la madera en pie, los sistemas de asignación, duración, tamaño y explotación de las concesiones madereras, etc., son necesarias tanto para los objetivos amplios de ordenación forestal sostenible, como para los objetivos de conservación, estos últimos deben también tenerse claramente en cuenta al determinar la política global. Se pueden aplicar consideraciones análogas a los cambios necesarios en las prácticas de ordenación forestal y, quizás, en las leyes y reglamentos, para incorporar los PFNM y la participación de la población local en estos sistemas de ordenación. Las posibilidades de realizar esto se ha visto en los tres estudios monográficos que se presentan en la Parte II de este documento. Para asegurar que se preste una mayor atención a los objetivos de conservación en los bosques de producción, será necesario adoptar un sistema coherente de incentivos para la ordenación sostenible de los bosques a todos los niveles, desde las poblaciones locales hasta otros grupos nacionales, tanto en el sector público como en el privado, y para las condiciones del mercado internacional y políticas de inversión, relacionadas, por ejemplo, con las prácticas comerciales, el apoyo para la elaboración local, la asistencia para la comercialización y la obtención del máximo valor de los productos en el país de origen. Estos incentivos deben ser objeto de un planteamiento nacional y pueden requerir la ayuda internacional (ver el estudio monográfico de Ghana).

Una de las tareas urgentes es la de determinar las especies, poblaciones, áreas y actuaciones prioritarias para la conservación de los recursos genéticos forestales en cada país. Esto debe comprender la posible conservación *ex situ* y también *in situ*, dentro de un programa nacional coherente, de acuerdo con las políticas nacionales. En un contexto más amplio, que abarca todos los sectores de recursos naturales, la formulación de estrategias nacionales de conservación se ha utilizado como una ayuda para la revisión de políticas y la redefinición de prioridades (Poore y Sayer 1987). Se ha observado la dificultad de contener dentro de una única evaluación general la amplitud de temas y cuestiones que abarca todo el ámbito de la conservación de la diversidad biológica, por lo que se ha sugerido la necesidad de definir más específicamente las políticas y prácticas que vinculan el desarrollo y la conservación (FAO 1985b; Prescott-Allen 1986). En el contexto más limitado de la conservación de los recursos genéticos forestales, la ordenación para uso múltiple de los bosques de producción y de protección para la producción de madera, de PFNM para el consumo local, para protección medioambiental y conservación de recursos genéticos son ejemplos que pueden ayudar a definir una estrategia de conservación más amplia.

Por todas las razones expuestas, es esencial formular una **Estrategia Nacional de Conservación de los Recursos Genéticos Forestales** para aprovechar de la forma más eficaz las tierras y los otros recursos dedicados a la producción, protección y conservación y abrir las posibilidades de una cooperación regional e internacional. Una tarea importante dentro de esta estrategia nacional de conservación será la de establecer las prioridades de las medidas que han de adoptarse y de la coordinación de las actividades, incluida la investigación, para hacer el mejor uso de los recursos financieros y humanos disponibles a nivel nacional e internacional. Si no se incluyera la investigación dentro de la estrategia general, existe el peligro de desperdiciar o desaprovechar los limitados conocimientos científicos, bien por elegir temas de investigación poco importantes, o bien por no integrar la labor de los diferentes especialistas que se necesitan para resolver un determinado problema. Esto se ha observado particularmente en los campos de la biología y la genética de la reproducción de los árboles tropicales en relación con su conservación y ordenación (ver, p.ej., Bawa y Krugman 1991; Wadsworth 1975).

Es importante realizar estudios sobre los trastornos producidos en el bosque y la respuesta de las principales especies arbóreas de valor socioeconómico a estos trastornos en las diferentes etapas de su ciclo vital, tanto con vistas a los objetivos de ordenación como de conservación. Es preciso adoptar medidas de coordinación dentro de un amplio conjunto de diferentes campos biológicos, recurriendo a distintos grados de conocimientos técnicos, experiencia y medios tecnológicos modernos. Sin embargo, demasiado a menudo, los estudios ecológicos y autoecológicos han adolecido de falta de aplicación directa a las actividades de ordenación forestal, p.ej., por no haber examinado situaciones comparativas de bosques sometidos a extracción maderera y los no sometidos.

Una estrategia nacional de conservación podría contribuir a canalizar las actividades de investigación hacia los sectores de prioridad nacional más altos.

Es probable que los mismos elementos y líneas principales de investigación necesarios sean comunes a muchos países y, al menos a un nivel regional (o ecoregional), debería de existir una coincidencia considerable de intereses en cuanto a las principales especies y recursos genéticos que requirieran estudio. Se ha sugerido con frecuencia la necesidad de coordinar más eficazmente las actividades, incluida la investigación a nivel regional, cosa que sólo pocas veces se ha conseguido. La preparación de las prioridades de investigación nacional en el contexto de la estrategia nacional de conservación podría favorecer una cooperación regional más productiva.

Otra de las tareas al formular la estrategia nacional de conservación de los recursos genéticos forestales será la de definir estructuras institucionales apropiadas para guiar y coordinar las actividades posteriores. La cuestión de la naturaleza exacta de las modificaciones institucionales deberá decidirse de acuerdo con las estructuras y mecanismos nacionales existentes. La iniciativa de formular la estrategia debe ser emprendida preferentemente por el departamento forestal nacional, pero la necesidad de asegurar una fuerte cooperación intersectorial y el examen a alto nivel de las políticas requiere no solo una estrecha relación con las estructuras del gobierno central sino, tal vez, la participación dentro de ellas. Un ejemplo es la adopción en el Nepal del Programa Nacional de Ejecución de la Estrategia Nacional de Conservación en ese país por la Comisión Nacional de Planificación. Es muy probable que ello asegure la necesaria coordinación intersectorial y la integración de políticas a alto nivel que sean esenciales. Sin embargo, el establecimiento de una Dependencia de Recursos Genéticos Nacionales como un paso inicial, tal como se prevé en el Programa de Acción Forestal en los Trópicos, PAFT (FAO 1985b), puede ser suficiente si todavía no existiera un órgano apropiado equivalente. El PAFT es el mecanismo internacional existente más apropiado para ayudar a emprender el examen nacional en todos los aspectos, incluida la evaluación más apropiada posible del valor de capital del bosque natural y de sus recursos genéticos. Ha sido el hecho de no haber comprendido o aceptado los valores de uso y de opción de la diversidad genética en la economía nacional lo que ha impedido hacer las inversiones necesarias en conservación genética.

5.2 Información sobre la ordenación

La deficiencia principal de que adolecen los planteamientos de ordenación, además de la subestimación de los recursos y de la consiguiente falta de inversiones en su conservación y ordenación sostenible, es la falta de información sobre la estructura y dinámica del bosque. Para una eficaz ordenación sostenible se necesitan datos sobre la composición de cada uno de los principales tipos de bosque, las características silvícolas de las principales especies y de las otras que pueden competir con ellas en las diferentes fases de su desarrollo, su comportamiento de regeneración, tasas de crecimiento en volumen y respuesta a la puesta en luz, las cortas de extracción o las operaciones silvícolas. En muchos casos, incluso los conocimientos básicos sobre el crecimiento y la producción de las principales especies económicas son confusos. La ordenación para la conservación *in situ* de los recursos genéticos requiere muchos de los mismos datos básicos sobre ecología y autoecología necesarios para cualquier iniciativa de silvicultura en los bosques naturales, pero con mayor énfasis en la biología de la reproducción y la estructura genética. No obstante, es de importancia fundamental para los objetivos de producción y conservación genética disponer de un inventario forestal general, como el que se incluyó en el estudio monográfico de Ghana, así como de estudios sobre los PFNM y los modelos de variación de la composición florística de los bosques. El inventario puede contener también información sobre las pautas de distribución de las especies que han de incluirse en las estrategias de conservación *in situ* ya que ello constituye el primer paso en la exploración de la variación intraespecífica. La red de parcelas permanentes de muestreo o las parcelas sometidas a inventario continuo que se requieren para una ordenación productiva, se pueden utilizar también, por ejemplo para estudios fenológicos y otras investigaciones más fundamentales en que posiblemente participan científicos de universidades, tanto nacionales como internacionales (ver también la Sección 3.3).

Suele disponerse, con frecuencia de una riqueza de datos no publicados de una gran variedad de fuentes, desde hojas de herbarios hasta informes de expediciones y tesis académicas, que podrían contribuir a completar la información necesaria sobre la composición del bosque, la distribución de especies, la fenología de la floración y fructificación, etc. Los sistemas basados en los modernos ordenadores para la gestión de la información pueden utilizarse para almacenar datos y ayudar a interpretarlos y para orientar la recopilación eficaz de información adicional con objeto de llenar las carencias más importantes (Jenkins 1988; Davis *et al* 1990). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pueden facilitar enormemente la definición e interpretación de los modelos de distribución de las especies en relación con las variables medioambientales y con los tipos de vegetación. De igual manera, los sistemas informáticos para el manejo de datos taxonómicos han mejorado la accesibilidad y utilidad de la información sobre diversidad genética respecto de los grupos taxonómicos (p.ej., ILDIS: Servicio Internacional de Información y Base de Datos de las Legumbres) y las áreas geográficas. El sistema ILDIS incorpora información sobre la importancia económica y el estado de conservación, así como nomenclatura botánica y vernácula, tipos de vegetación, referencias a mapas, etc. (Jury 1991). El Sistema de Investigación Botánica y Gestión de Herbarios (BRAHMS) desarrollado en el Instituto Forestal de Oxford, Reino Unido, ha sido concebido específicamente para manejar datos relacionados con un programa de investigación genética forestal (Filer 1991). Muchas organizaciones de países tropicales utilizan los SIG y otros sistemas de gestión de bases de datos en microordenadores. En vista de la importancia de manejar eficazmente los datos en microordenadores. En vista de la importancia de manejar eficazmente los datos necesarios para la conservación *in situ*, debería establecerse a este fin un **Centro Nacional de Datos** como parte de la estrategia nacional. Ello favorecerá y estimulará activamente la recopilación eficaz de datos de muchas fuentes y de posibles colaboradores.

Tal Centro de Datos permitiría coordinar las medidas de intervención dentro del país y enlazarse con las bases de datos regionales e internacionales, como ocurre con el Centro Mundial para el Seguimiento de la Conservación (WCMC), Cambridge (Reino Unido), apoyado por la UICN, el WWF y el PNUMA, y con el Departamento de Montes de la FAO, que proporciona los servicios de

Secretaría al Grupo de Expertos de Recursos Genéticos Forestales de la FAO. Una actividad importante de este último Grupo es la preparación y revisión en sus reuniones ordinarias, que actualmente se celebran cada 3 años aproximadamente, de listas generales de las especies, por regiones y prioridades operativas (exploración, recolección, evaluación, conservación, reproducción y uso), que requieren mayor atención. En su séptima reunión, celebrada en diciembre de 1989, el Grupo indicó la necesidad de efectuar revisiones más frecuentes e intensas de las listas de prioridades. Un elemento importante en este proceso sería el de mantener una relación y cooperación estrechas entre los Centros Nacionales de Datos y la Secretaría de la FAO para el Grupo.

Los Centros Nacionales de Datos juegan también un papel fundamental en la cooperación regional, por ejemplo, en el proyecto propuesto para la Conservación y Uso Racional de los Ecosistemas Forestales del África Central, coordinando las actividades de los siete países que participan en él. Una labor cooperativa similar sería valiosa en el África Occidental (Tufuor 1990b), América Central y otras regiones y subregiones.

5.3 Sistemas de ordenación

El principio fundamental que se ha de aplicar al seleccionar el sistema de ordenación para una determinada área forestal, con objeto de tener en cuenta las necesidades de conservación de los recursos genéticos, es que debe estar basado en conocimiento apropiado de la ecología forestal y de la autoecología de las principales especies arbóreas de valor socioeconómico que lo componen.

Un problema fundamental que ha insidiado los intentos de conseguir resultados previsibles de las intervenciones de ordenación en los bosques tropicales, ha sido el de no saber las actividades a la naturaleza y situación efectivas del bosque y del lugar. Esta ha sido la razón principal por la que experimentos silvícolas satisfactorios, cuidadosamente ejecutados, no se ha logrado transformar a menudo en prácticas a gran escala en la diversidad de condiciones que presenta el bosque en su conjunto. El intento de aplicar un sistema de ordenación determinado, tanto monocíclico como policíclico, en los bosques y, a menudo, aplicar los mismos tratamientos silvícolas como una "panacea", sin prestar la atención adecuada a la variación en los tipos de bosque, asociaciones y fases de desarrollo, no podrá tener sino un éxito local, parcial y, en gran medida, ocasional. Es probable que, excepto para las áreas donde se puede mantener coherentemente un "refinado" intensivo de la composición de especies del bosque mediante varios ciclos de corta, el efecto sobre los recursos genéticos del bosque sea accidental y a veces irreversible. Por otro lado, los estudios sobre la regeneración correspondiente a una variedad de sistemas en diferentes países han mostrado una capacidad de adaptación general de la composición del bosque, siempre que las operaciones de extracción de trozas no vayan acompañadas de otros efectos catastróficos sobre la regeneración, tales como fuegos o cultivos ilegales de cultivos no forestales.

La información disponible sobre la genética y la variación de las distintas especies, incluidas las principales especies arbóreas de interés económico de los trópicos y subtropicos, suele ser en general insuficiente, excepto en términos muy generales, para prever los efectos de las cortas y de las operaciones silvícolas en sus recursos genéticos. Sin embargo, como se ha observado en las secciones anteriores, es probable que los ciclos breves de cortas y el uso indiscriminado de maquinaria pesada sean más perjudiciales para la composición de especies y los sistemas reproductivos que los ciclos largos (70 a 100 años). Igualmente, las extracciones selectivas ligeras, que dejan una población bien distribuida de árboles padre de las principales especies de interés económico, son probablemente preferibles, desde ambos puntos de vista, a una ruptura más fuerte de la espesura del bosque. Los métodos para reducir los daños de las cortas (mapas topográficos y de existencias, marcado de árboles, planificación y construcción de pistas, cortas dirigidas, elección de equipo, etc.) pueden ser eficaces desde el punto de vista de los costes en términos económicos y también ecológicos. Por tanto, al nivel más elemental, es probable que la planificación cuidadosa y el control de la explotación, incluso sin otras normas de ordenación más elaboradas, tal como se practica, por ejemplo, en las

Unidades Forestales de Ordenación en la República Popular del Congo (FAO 1989b), sirvan para satisfacer los objetivos de producción y conservación.

Más allá de este nivel de ordenación, las restricciones financieras y de mano de obra vinculadas a la baja valoración del bosque natural, dan origen a una divergencia creciente entre el grado de información y precisión necesarios para la ordenación de los recursos genéticos al determinar las operaciones para adaptarlas a las actuales condiciones del bosque y al nivel de inversiones en ordenación permitido por los cálculos económicos de costes, rendimientos y tasas de descuento. Además de asegurar niveles más apropiados de beneficios, como en el estudio monográfico de Ghana, y aplicarlos a la ordenación del bosque, se debe asignar un valor adicional a la conservación de los recursos genéticos *in situ*, a fin de reducir las presiones para intensificar los rendimientos. Tales presiones, que se ejercen limitando tanto la amplitud de los ciclos de corta como el cultivo de unas pocas especies que actualmente tienen interés comercial, entran necesariamente en conflicto con los objetivos de conservación más amplios, relacionados con la riqueza de variedad de especies, la conservación del ecosistema y los valores de opción. Sin embargo, se debe determinar el valor efectivo que debe asignarse a los recursos genéticos y adoptar una solución intermedia apropiada respecto de cada uno de los bosques o unidades de ordenación, teniendo en cuenta la estrategia nacional para la conservación.

Tanto en el Sistema Uniforme Malayo o por cortas a clareo sucesivo uniforme, SUM, (a pesar de que a menudo no se ha aplicado) como en el Sistema de Ordenación Selectiva de Malasia o por cortas a entresaca, SMS, que permite la adaptación de la ordenación y de las posibles operaciones silvícolas al estado de las poblaciones de árboles jóvenes aptos para formar la próxima producción después de los efectos de las cortas (FAO 1989c), al menos con respecto a la producción de madera, se reconoce la necesidad de que exista flexibilidad en la ordenación, de acuerdo con la naturaleza y estado en que se encuentra el bosque. En las normas del SMS se tiene previsto que se tengan en cuenta también consideraciones ecológicas, entre ellas la conservación de recursos genéticos, tal como se definen para una determinada área de bosque, dentro de una estrategia nacional para la conservación. Se puede decir casi con certeza que se han desarrollado mejor los conocimientos acerca de la composición, la ecología y la silvicultura de los bosques, particularmente en la Malasia peninsular, que en cualquier otra zona comparable de bosque tropical (p.ej., Wyatt-Smith 1963; Burgess 1975; Ng 1978 y 1989; Tang 1987; Whitmore 1990; Appanah y Salleh 1991). La práctica de aclareos de puesta en luz para manipular el rendimiento de determinados árboles que integrarán potencialmente la producción final, tal como se practicaba inicialmente en Sarawak (Hutchinson 1987), se ha aplicado con éxito evidente en varios países, sobre todo en Côte d'Ivoire (Maitre 1991) y en Suriname (Graaf 1991), al menos a escala experimental. Estos métodos se pueden aplicar para favorecer diferentes especies o grupos de especies, de acuerdo con las normas elaboradas para un determinado bosque o tramo. Este sistema es más fácil de aplicar en los bosques de Malasia, donde existe un amplio conjunto de especies potencialmente comercializables y una fuerte base de información, tanto para su ordenación en el bosque como para su agrupamiento con vistas al mercado. Sin embargo se puede aplicar el mismo principio en bosques menos ricos en especies de interés económico, si hubiera una o dos maderas de usos generales comunes con regeneración vigorosa. Se está examinando este principio, por ejemplo, en Costa Rica, basado en *Pentaclethra macroloba*, para apoyar la conservación de poblaciones de especies valiosas conocidas, tales como *Cedrela odorata* (Finegan *pers. com.* 1991)³.

Las repercusiones de las tendencias a largo plazo en el comercio internacional de madera que se han examinado en el capítulo IV, consisten en que, probablemente, las especies de gran calidad para chapa de alto precio, carpintería, ebanistería, instrumentos musicales u otras aplicaciones especiales tienen más asegurado el mercado de maderas tropicales. Aunque el grueso de este mercado

³ B. Finegan, CATIE, Turrialba (Costa Rica).

es más bien reducido, los precios serán probablemente elevados (ITTO 1991). Las extracciones altamente selectivas de especies destinadas a estos fines, muchas de las cuales probablemente son de crecimiento lento y características del bosque en fase de madurez, posiblemente en combinación con el aprovechamiento de PFMN, podrían ser compatibles con la conservación de sus recursos genéticos y otro tipo de diversidad genética que se conservan mejor en los bosques en fase de madurez y clímax.

En el otro extremo, la creciente aceptación, particularmente en los mercados locales o regionales, de una gama más amplia de especies menos utilizadas en la actualidad, en particular las de madera ligera, no duradera pero tratable, ofrece oportunidades para otros modelos de ordenación, también compatibles con la conservación de los recursos genéticos. Es el caso de los modelos de sistemas uniformes, tales como el sistema de ordenación por aclareo sucesivo en fajas, que funciona con carácter experimental en el valle de Palcazu en Perú (Hartshorn 1989), donde los primeros resultados indican que se puede conservar una alta proporción de especies arbóreas originales dentro de un sistema viable de producción, con el apoyo y la participación de las comunidades locales. El uso mayor de especies menos conocidas, como ayuda para la conservación de recursos agotados de especies más valiosas, y la variedad de intervenciones de ordenación necesarios para conseguir esto, se ilustran en el estudio monográfico de Ghana.

La ordenación de los bosques de producción como apoyo a la conservación de los recursos genéticos, puede resultar más eficaz si se aplica en estrecha conjunción con la ordenación de áreas protegidas tales como los parques nacionales. De este modo se obtiene una reserva de semilla y un refugio para la fauna que interviene en la dispersión de semillas y polen. Aunque, como se ha explicado anteriormente, áreas bastante pequeñas de bosque no aprovechado pueden servir a este propósito, por ejemplo para fomentar poblaciones adecuadas de pájaros frugívoros o pequeños mamíferos que toman parte en la dispersión de semillas, en ciertos casos se requieren áreas mucho más extensas. Esto es aplicable, por ejemplo, al papel de los elefantes en los ecosistemas de bosque natural de África, en la ecología y distribución de árboles maderables tales como *Tieghemella heckelii* (Martin 1991). Un buen ejemplo de esto es la asociación del Parque Nacional Bia, en Ghana, con el bosque de producción de madera limítrofe. Al mismo tiempo, los bosques de producción pueden significar una extensión efectiva del dominio de las especies que se encuentran en el espacio protegido. El valioso principio de incorporar áreas de protección, tal como las reservas de selva virgen (RSV) en Malasia, dentro de los bosques de producción es, claramente, un componente de la mayor importancia en cualquier estrategia nacional para la conservación de recursos genéticos forestales.

5.4 Planes de ordenación

Es a nivel de bosques individuales, cuarteles y tramos y mediante la preparación de planes detallados de ordenación o planes de extracción como se pueden hacer operativos los principios de la ordenación forestal y de la conservación de los recursos genéticos. En la medida en que los planes de extracción para el bosque se preparen con cuidado y se desarrollen escrupulosamente, ello podrá ser un ejemplo más de cómo se puede beneficiar potencialmente el objetivo de conservación mediante su asociación con la producción de madera. Como se ha subrayado antes, muchos aspectos de la ordenación forestal sostenible, desde el inventario, estudios sobre crecimientos y regeneración, hasta la realización de extracciones responsables, deberán contribuir simultáneamente a los objetivos de conservación genética. Esto atañe particularmente a las previsiones que se hagan para asegurar una regeneración satisfactoria, por ejemplo, mediante el escalonamiento de la explotación en relación con los años de fructificación masiva o la conservación del número y distribución adecuados de árboles padre en ausencia del rebrote suficiente de especies deseables, así como también evitando el daño a los depósitos de semilla del suelo.

La recogida y validación de los datos sobre crecimientos y la previsión precisa de los rendimientos sostenibles futuros de madera son esenciales para la ordenación forestal y también de crítica importancia para los objetivos de conservación. Hay muchos ejemplos de graves amenazas para los recursos genéticos de las principales especies madereras a causa de la explotación excesiva de los bosques por haber sobreestimado los futuros niveles de extracción, y por las repetidas entresacas. Estos niveles se han utilizado a veces para justificar el desarrollo industrial a gran escala que, como consecuencia, crea una demanda insaciable y destructiva sobre los recursos del bosque. Esta es un área donde los intereses de la ordenación forestal sostenible a largo plazo y la conservación de los recursos genéticos coinciden estrechamente.

Hay otros aspectos de la ordenación en que la necesidad de cuidar de la conservación de recursos genéticos va más allá y, a veces incluso puede ser considerada como conflictiva respecto a los objetivos de producción. Como se ha especificado antes, no es posible ni tampoco necesario intentar imponer medidas de conservación con igual prioridad y rigor en todos los bosques de producción; hacer esto debilitaría el apoyo entre los gestores forestales al concepto general de conservación genética e invita a que se generalice el descuido en la aplicación práctica de los principios en que se basa. Por tanto, es esencial una apreciación realista de la situación respecto de cada área de bosque, de manera que se puedan incluir en cada plan de trabajo objetivos, actividades y criterios firmes para vigilar sus efectos. Cuando las prácticas de ordenación forestal sostenible y la conservación de los recursos genéticos coinciden estrechamente, la normativa se debería aplicar a todos los bosques de producción, y huelga señalar la importancia adicional de prestar cuidadosa atención por ejemplo a limitar los daños sobre la regeneración en las operaciones de extracción o a la importancia de una protección posterior contra el fuego, en el contexto de una estrategia nacional para la conservación de los recursos genéticos forestales.

En algunas áreas forestales que se habrán de designar en la estrategia nacional para la conservación, se necesitarán medidas adicionales, que estarán relacionadas con la importancia estimada del bosque para la conservación de los recursos genéticos de las especies principales de reconocido valor socioeconómico, de las especies menos conocidas, de los PFNM o de la vegetación particular o de los tipos de bosque. Un criterio importante será el de situar el bosque dentro de la gama general de todas las especies y en relación con las condiciones medioambientales. Se ha establecido anteriormente la importancia de conservar una amplia gama de procedencias, lo cual se puede lograr en gran parte mediante la aplicación de la ordenación forestal sostenible en todo el patrimonio forestal. Sin embargo, puede ser necesario prestar un particular cuidado allí donde las especies parecen estar sometidas a tensiones medioambientales extremas, relacionadas con el clima, el suelo, la altitud, etc., o en los bordes de su área natural. Estas poblaciones, probablemente no sólo tienen que ser distintas desde el punto de vista genético, a causa de su adaptación a los ambientes locales, sino que pueden ser también más vulnerables a trastornos causados por perturbaciones que podrían reducir radicalmente la viabilidad a largo plazo de tales poblaciones. Habrá que conceder especial consideración a estas poblaciones marginales limitando la intensidad de las cortas y mediante la intensificación de la investigación de su estructura genética y su biología reproductiva.

El otro criterio principal al seleccionar las áreas que han de recibir consideración especial está relacionado con los sistemas de ordenación productiva de uso general en determinadas formaciones forestales o zonas de vegetación. Si, como es más probable, estos sistemas tienden a favorecer las especies pioneras o las primeras fases de calvero y, por tanto, reducir las oportunidades para mantener poblaciones de mejora satisfactorias de especies propias de la fase de madurez, se necesitará prestar una atención especial a la conservación de los recursos genéticos de esta última fase del desarrollo del bosque. El grado hasta dónde esto deba aplicarse en los bosques de producción dependerá del papel y la contribución *de facto* a la conservación genética de los sistemas de áreas protegidas existentes, pero no es probable que los bosques de producción puedan por sí solos proporcionar niveles suficientes de cobertura geográfica y ecológica para las especies y las poblaciones afectadas.

La conservación de los recursos genéticos debe ser un factor importante en la planificación y el manejo de cuarteles dentro del bosque. Hasta ahora la asignación de áreas para dedicarlas a cuarteles de protección (conservación) se ha basado casi invariablemente en consideraciones de accesibilidad, grado de pendiente, condiciones geológicas o de drenaje adversas, etc., más que en su valor para la conservación de los recursos genéticos. La protección de lugares especiales, tales como las riberas es conveniente por varias razones, entre ellas la conservación de la diversidad biológica. Sin embargo, el emplazamiento de áreas de conservación del tipo de las reservas de selva virgen (RSV) estaría destinado a conservar asociaciones representativas de la diversidad y de los recursos genéticos del bosque en general o de un tipo particular de bosque. Es probable que esto entre en conflicto con los objetivos de producción inmediata, pero cuanto más intensiva es la forma de ordenación en el resto del bosque, más valiosos pueden ser la diversidad y los recursos genéticos de las RSV o de otras áreas de conservación. Desde el punto de vista de la conservación de las especies económicas más convenientes, es probable que sea necesaria la práctica de dejar pequeños bosquetes sin explotar y árboles padres bien distribuidos en las áreas de producción, además de la asignación como RSV de un área mayor, tal como un tramo entero.

El problema real reside por lo general en reconciliar estos objetivos diferentes con los intereses del concesionario de madera. Las previsiones que se recomiendan para asegurar un interés real por parte del explotador de madera en la regeneración y en la ordenación sostenible a largo plazo del recurso, deberán conducir también a la conservación de los recursos genéticos de las principales especies de interés económico. Sin embargo, para conservar valores de opción idóneos de la diversidad genética que en el mercado actual no tienen un interés evidente, se necesitarán algunos incentivos adicionales. El concepto más prometedor puede ser la aplicación de altas tarifas de concesión, junto con objetivos de conservación claramente definidos, relacionados, por ejemplo, con la exclusión de "bolsas" seleccionadas del bosque de actividades de explotación. En la medida en que se hayan cubierto los objetivos de conservación, habrá un reembolso de una proporción de las tarifas o, por el contrario, para las violaciones graves, la imposición de multas previstas en el contrato. Se ha sugerido que, teóricamente las concesiones no se deben conceder exclusivamente para la extracción de madera, sino como un contrato entre el gobierno y el sector privado para ordenar el bosque con vistas a una gama de productos y beneficios, que incluyen la madera (Johnson *et al* 1991).

En todos los aspectos de la ordenación forestal y la conservación, la falta de cumplimiento del conjunto de normas y condiciones ha sido una causa frecuente de daños para las existencias en crecimiento y, en particular, para su capacidad de regeneración. Es de interés común para la producción sostenible y la conservación de los recursos genéticos asegurar un estrecho seguimiento de las operaciones, tanto para juzgar su adecuación a las normas como para evaluar sus efectos respecto a los objetivos declarados. Puede constituir también un aspecto importante de la "contabilidad forestal" concebida para comprobar las condiciones del recurso y evaluar el tipo de ordenación, que podrá incluir aspectos relacionados con criterios científicos, por ejemplo en lo que respecta a la conservación de los recursos, así como otros relacionados con objetivos técnicos y socioeconómicos. Los criterios para el seguimiento deben establecerse claramente en el plan de ordenación, teniendo en cuenta el conjunto de objetivos dentro de la estrategia nacional para la conservación de los recursos genéticos forestales.

El valor de conservación de los recursos genéticos en una concesión, según se haya determinado en el marco de la estrategia nacional para la conservación, deberá tenerse en cuenta en las evaluaciones de la calidad de la ordenación forestal sostenible. Se necesitarán sistemas y criterios para la evaluación de la sostenibilidad en la ordenación forestal, al menos con respecto a los bosques sometidos a ordenación para madera de exportación, en concordancia con las directrices de la ITTO y los objetivos que hemos mencionado anteriormente (ITTO 1990). Podrían derivar incentivos positivos del mercado para aquellos que siguieran las directrices aceptadas, que incluirían consideraciones sobre los efectos en la diversidad biológica del bosque. En cualquier caso, es de interés nacional asegurar que se han satisfecho los objetivos establecidos en la estrategia nacional para

la conservación respecto a los recursos genéticos forestales. Es muy probable que esto sea necesario si se requiere una acción ordenadora para conservar los recursos genéticos de determinadas especies o poblaciones principales, lo cual puede implicar consideraciones de genética de poblaciones y tamaño viable de las mismas. Otro consejo especializado con respecto a la ecología forestal es que puede necesitarse también la acción de las especies "fundamentales" en el funcionamiento del bosque y los sistemas genéticos de las especies de interés económico.

Como se ha indicado anteriormente y se ha subrayado en las revisiones más recientes de la ordenación forestal en los trópicos, es probable que la participación en ciertos aspectos de la ordenación forestal de las comunidades locales que viven en el bosque o en su entorno sea cada vez más esencial para la conservación de los objetivos a largo plazo. El concepto de ordenación y planificación conjunta, aplicado de manera diversa según los objetivos de ordenación de las diferentes zonas, como se señaló en el estudio monográfico de la India, permite una relación contractual con la población local, sin debilitar el estatuto jurídico o el control gubernamental sobre la tierra forestal. Un cuidadoso equilibrio de este tipo, entre la seguridad a largo plazo de los recursos genéticos en las zonas que requieran estricta protección y el desarrollo sostenible de una variedad de árboles nativos y otras plantas en las zonas de ordenación apropiadas, proporciona amplias posibilidades para la conservación de los recursos genéticos. Sin embargo, es probable que, para un ámbito incluso mayor que el de la ordenación exclusiva del bosque natural para la producción de madera, tales sistemas de uso múltiple requieran una formulación específica en la situación particular ecológica y socioeconómica del bosque afectado y la incorporación de todo un conjunto de intereses en los planes de ordenación del mismo.

En el capítulo IV se ha examinado la cuestión de la ordenación de áreas de bosques de producción que actúan también como "zonas tampón" de un parque nacional u otro espacio protegido. El aspecto más importante corresponde a la ordenación de dos clases de áreas que se han de integrar totalmente bajo un único control efectivo dentro de un sistema de ordenación. Esto puede requerir modificaciones administrativas especiales, si la responsabilidad directa respecto de los bosques de producción, por una parte, y las áreas de protección total por otra, incumbe a ministerios separados. Sin embargo, debería aplicarse el mismo principio de planificación y ordenación conjuntas, con claros objetivos y planes de ordenación para cada zona. La ordenación eficaz de los recursos genéticos de especies de interés económico fundamental representadas en un parque nacional u otro espacio protegido, puede requerir intervenciones específicas de ordenación, por ejemplo, la recolección de semillas u otros materiales de propagación para una acción *ex situ*, o aclareos de puesta en luz para favorecer el desarrollo de árboles jóvenes de las especies seleccionadas para una conservación *in situ*. Tales actividades (a veces correctas) pueden ser contrarias a las normas generales del parque. Esto podría ser tema de examen en la estrategia nacional para la conservación y se tendrían entonces que prever enmiendas a las leyes y reglamentos para permitir las medidas de conservación de los recursos genéticos forestales, con apropiadas salvaguardias y restricciones de acuerdo con la estrategia nacional para la conservación.

La preocupación internacional por los bosques tropicales, a medida que estos se van reduciendo, continuará y se hará ciertamente más profunda. Esta preocupación y la asignación de recursos en la cantidad necesaria para conservar los ecosistemas naturales existentes y las especies que los componen, llegará demasiado tarde para mantenerlos intactos en muchas zonas de muchos países. Sin embargo, es probable que, excepto donde extensas áreas han sufrido graves alteraciones, por ejemplo por el fuego o por un cultivo intensivo continuo, los recursos genéticos valiosos sobrevivirán allí donde se apliquen sistemas de ordenación forestal sostenidos; tales recursos son inapreciables como base para la regeneración y/o el restablecimiento de bosques naturales funcionantes, bajo distintas formas y para una diversidad de usos.

Recuadro 2

Ordenación de la diversidad mediante la diversidad en la ordenación

Es probable que la red de áreas protegidas, que debe ser el corazón de la conservación del ecosistema, resulte cada vez más insuficiente para lograr los objetivos a largo plazo de la conservación de los recursos genéticos. Además de sus limitaciones como cobertura geográfica, reducida a menudo arbitrariamente por otras demandas de tierra, posiblemente se verá aún más limitada en términos de diversidad medioambiental por la magnitud, la forma y las prácticas de ordenación en cada superficie reservada. La conservación dinámica, en un mundo en que las futuras necesidades humanas y las condiciones climáticas, a través de generaciones sucesivas, van a ser cada vez más inciertas, requiere algo más que tratar de impedir la erosión genética y mantener el actual estado de diversidad. Para ello es necesario conservar el proceso de evolución para avanzar y desarrollar la diversidad del ecosistema y de los recursos genéticos elegidos en direcciones que, con probabilidad, demuestren ser las más útiles, y mantener una amplia gama de opciones para continuar este proceso hacia un futuro muy lejano. Dentro de este concepto, las medidas de ordenación, que incluyen actividades de aprovechamiento y silvicultura, pueden ser creadoras de diversidad genética si han sido liberadas de anteriores presiones a favor de una uniformidad general, centrada sobre unas pocas especies con unas mínimas reinversiones en recursos técnicos y financieros.

Es probable que las operaciones de corta por sí solas, si no son demasiado intensivas ni repetidas frecuentemente, pero siguen principios reconocidos de buenas prácticas (Dykstra y Heinrich 1992) en los bosques tropicales inicialmente diversos, permitan niveles de complejidad en la composición específica y en las asociaciones vegetales que, si bien no sigan tal vez exactamente las pautas de distribución precedentes, pueden mantener o incluso aumentar la diversidad genética total. Si se logra disponer de información suficiente sobre los modelos de esta diversidad entre tramos (o en casos críticos, subtramos), así como a través de unidades de ordenación forestal más extensas y dentro del patrimonio nacional forestal en general, y considerando también el desarrollo constante de sistemas avanzados de manejo e interpretación de datos, los sistemas futuros de ordenación se podrían concebir para seguir estrategias dinámicas de conservación, atendiendo al mismo tiempo las necesidades de la industria de suministros previsible de materias primas. Para ello, se requerirá, sin embargo, una mayor coordinación en la planificación de la ordenación a nivel nacional, así como la integración de los intereses de la conservación en las normas de ordenación de los bosques productivos y de la red de áreas protegidas, bajo una estrategia nacional coordinada de conservación de los recursos genéticos forestales.

(cont.)

Recuadro 2 (continuación)

A nivel nacional, un inventario forestal nacional junto con un estudio botánico detallado, tal como se ilustra en el estudio monográfico de Ghana (ver Parte II), constituirá una buena base para esta planificación estratégica, en cuanto a datos relacionados geográficamente sobre la distribución de muchas especies arbóreas y asociaciones vegetales. A nivel de unidades de ordenación forestal, el muestreo de diagnóstico por tramos, con miras a recoger información de apoyo a las estrategias de conservación genética, así como las previsiones sobre producción de madera aprovechable y otros productos básicos, podría proporcionar mucha información a los niveles adecuados de precisión (a menudo, datos sobre presencia o ausencia mejor que volumétricos o cualitativos), a un coste aceptable (Hutchinson 1991).

El Sistema Malayo de Ordenación Selectiva (FAO 1989c) permite que las operaciones silvícolas se adapten a la condición efectiva del bosque después de las cortas, teniendo en cuenta objetivos medioambientales. Es probable que, siempre que exista una planificación y un control responsables de explotación, las influencias muy accidentales sobre la composición específica de la regeneración preexistente, superpuestas a las diferencias propias del emplazamiento, permitirán una diversidad considerable dentro de cada una de las reservas forestales y más aún sobre el patrimonio forestal total. La ordenación coordinada de esta diversidad existente podría contribuir en gran medida a lograr los objetivos de conservación dinámica, asociados a los usos productivos de los bosques. Sin embargo, en algunas zonas, tal vez sea necesario realizar operaciones silvícolas cuidadosamente seleccionadas para conservar los recursos genéticos de determinadas poblaciones de árboles de importancia socioeconómica, o para mantener determinado grado de riqueza de especies o de diversidad del ecosistema. Esto podría comportar decisiones de ordenación que prolonguen los ciclos de corta o dejar determinados árboles o parcelas de bosque sin cortar, así como algunas intervenciones silvícolas, por ejemplo para poner en luz la regeneración preexistente de determinados individuos de especies escogidas en determinadas áreas como parte de una estrategia nacional coordinada. Las normas para cada área que ha de ser tratada tendrían en cuenta su valor comparativo en términos de producción y de conservación genética.

Algunas áreas, particularmente en las zonas fronterizas de los bosques de producción, se podrían dedicar a una ordenación intensiva de productos forestales no madereros para uso nacional o en beneficio de la comunidad local. Esto podría extender la diversidad general de los sistemas de ordenación, con la introducción de la influencia de la diversidad cultural en la composición del bosque, mientras que se mantiene el principio de asociar la conservación con el uso productivo. El principio fundamental, coordinado en su aplicación a nivel nacional, debe ser el de la ordenación de la diversidad mediante una diversificación planificada de la ordenación.

PARTE II

ESTUDIOS MONOGRAFICOS

Introducción

Los principios ecológicos en que se basan los planteamientos de la ordenación sostenible de los bosques naturales, analizados brevemente en la Parte I, han sido ampliamente admitidos. Los mismos elementos, en particular la manipulación de la cubierta forestal en relación con la regeneración y el crecimiento, son componentes de una amplia variedad de sistemas de ordenación y de silvicultura, desde las operaciones de corta de aclareo sucesivo uniforme en fajas hasta la ordenación policíclica mediante entresacas altamente selectivas. Los factores que han determinado el grado de éxito, particularmente en el intento de pasar de la investigación en pequeña escala en operaciones experimentales a la ordenación de bosques enteros, han sido fundamentalmente las fuerzas económicas, sociales y políticas, que son las que deciden el nivel de capacidad de ordenación, en particular la idoneidad de la base de información y la libertad de acción para interpretar y aplicar los principios ecológicos.

De igual manera, han quedado suficientemente establecidas las funciones que desempeñan los sistemas genéticos y la estructura genética en la conservación de la variación intraespecífica, aun cuando existe una carencia casi total de conocimientos detallados de su expresión en cada especie. Una actividad primordial en cualquier estrategia para la conservación de los recursos genéticos debe ser el acopio de esa información, tanto respecto a los modelos de variación en toda la gama de especies como del sistema efectivo de fecundación, los mecanismos de dispersión de semillas, etc., que operan dentro de las poblaciones. Al ser el número y variedad de investigaciones necesarias para abarcar todas las especies de importancia económica efectiva o potencial casi incalculables, se impone la necesidad de un riguroso planteamiento de los objetivos y prioridades para cada área de bosque o unidad de ordenación y en concordancia con la estrategia nacional para la conservación de los recursos genéticos.

Tanto en lo que se refiere a la ordenación como a la conservación, cada nación y hasta cierto punto cada bosque, son únicos. La elección de una estrategia dependerá de las fuerzas socioeconómicas que se desarrollan en torno al bosque y de las políticas nacionales para el aprovechamiento de la tierra y para el desarrollo dentro del sector forestal y de otros sectores, así como de los principios científicos básicos para la ordenación y la conservación. Los factores clave serán entre otros la importancia relativa de los bosques respecto a la exportación de madera y las necesidades de las comunidades locales; su actual extensión y distribución en relación con la densidad de población y las demandas de tierra; la importancia de su influencia en el medio ambiente local y regional; el valor nacional y mundial de sus recursos genéticos, en cuanto a las principales especies de interés económico y a la diversidad biológica en general; y la naturaleza y grado de amenaza que pende sobre los ecosistemas valiosos, las especies, las poblaciones genéticamente diferenciadas y los genes.

Los tres estudios monográficos que se presentan a continuación se han elegido para ilustrar los principios expuestos en la Parte I de esta publicación en tres situaciones diferentes, y las formas en que la ordenación forestal sostenible y, más recientemente, la conservación genética, se plantean en cada país. Se observa que el punto de partida en los tres lo constituyen las consideraciones sobre política nacional y aprovechamiento de la tierra, pero la naturaleza y situación de las actividades emprendidas y su repercusión en las labores e investigaciones futuras varían en gran medida entre ellos. La base teórica para el desarrollo de una estrategia nacional de conservación de los recursos genéticos forestales es el estudio del sector forestal encuadrado en un contexto más amplio junto con otros sectores, y la preparación de un plan de acción forestal nacional. En efecto, éste ha sido el caso

de Ghana, que fue uno de los primeros países en comprometerse en el desarrollo de un plan nacional, en el marco del Programa de Acción Forestal en los Trópicos (ver, p.ej., FAO 1985b).

El caso de Ghana ilustra muchos aspectos del problema común de armonizar la conservación de los recursos genéticos con la utilización de los recursos disponibles para el desarrollo. La madera es importante en la economía ghanesa y el papel medioambiental de los bosques es importante para sostener la producción agrícola. Al mismo tiempo, la presión demográfica sigue creciendo y aumenta la demanda de las comunidades locales en el entorno de los bosques, en relación con la disminución de los recursos. Las existencias de las principales especies maderables económicas se han deteriorado hasta un nivel crítico en algunos casos. Las iniciativas de respuesta del Gobierno han contribuido a recabar la información de base para las políticas y estrategias revisadas que ahora se están introduciendo y ejecutando. Dentro de éstas, se procura que la conservación de los recursos genéticos forestales dependa en alto grado de las iniciativas nacionales para aumentar la diversidad en la ordenación, tanto en los bosques como en los sectores de las industrias forestales, y que estas iniciativas dependan a su vez de las condiciones del comercio internacional. En vista de su gran aplicabilidad, se ha analizado extensamente este estudio para ilustrar la amplitud e interdependencia de las medidas aplicadas.

Por el contrario, el estudio del Brasil se centra en una única y extensa región del país, en la cual el bioma forestal y sus recursos genéticos permanecen todavía intactos en gran medida. Como consecuencia de ello, existen posibilidades de aplicar programas integrados de conservación y desarrollo, incluyendo la coordinación planificada de las actuaciones en áreas protegidas y bosques de producción y la ordenación forestal para uso múltiple con participación de la población local. Los principales problemas y retos están relacionados con la escala de actuación necesaria y con la complejidad de los programas de coordinación que requieren muchas divisiones administrativas y, posiblemente, todavía más cuerpos técnicos y científicos, que permiten recabar grandes cantidades de datos, como contribución a lo que debería ser una única estrategia coherente para la región.

El ejemplo de la India se centra aún más en un área única de bosque natural. A diferencia de la mayor parte de los otros países tropicales, el bosque ha estado sometido a una protección y ordenación planificada durante más de 100 años, pero ahora, como consecuencia de las presiones del aumento de población, se ha estimado que la supervivencia del ecosistema natural y de las poblaciones de mejora viables de las especies fundamentales, dependen de un planteamiento nuevo y más activo para el desarrollo integrado de los recursos forestales, con participación de las comunidades dentro del bosque y a su alrededor. Tanto este planteamiento como los estudios científicos y la investigación necesaria para proporcionar la base de estrategias eficaces de conservación, son elementos esenciales en los tres estudios monográficos.

Los tres casos ilustran el principio común de que la conservación de la diversidad genética valiosa depende de una variedad mayor de planteamientos de ordenación forestal, adaptados específicamente a la diversidad existente de los ecosistemas, de las especies y de las demandas sobre el bosque. Demuestran también la necesidad universal de una recogida e interpretación eficientes de información esencial sobre la composición y la dinámica de los bosques como base de sistemas más exactos de ordenación forestal sostenible, compatible con los intereses de la conservación genética.

Como complemento de lo anterior, en la monografía sobre *Cordia alliodora* (Apéndice 1) se describen estudios detallados efectuados sobre la biología y el "funcionamiento" de una especie importante de valor económico actual, para ilustrar las necesidades de información a este respecto y la utilización de los datos recogidos en la elaboración o el perfeccionamiento de las estrategias de conservación genética.

6. GHANA

6.1 La economía

El sector forestal en Ghana es el tercero en importancia por ingresos de exportación, después del cacao y los minerales, y representa del 5 al 6 por ciento del Producto Nacional Bruto (PNB), y proporcionan empleo a cerca de 70 000 personas (Asabere 1987). Los ingresos de exportación en 1987 representaron el 11,4 por ciento del total, al cual el cacao contribuye con mucho en la proporción mayor (60 por ciento). Sin embargo, se ha visto que la madera juega un papel fundamental en la economía (Frimpong-Mensah 1989). Los bosques abarcan cerca de 11,3 millones de hectáreas, es decir, el 48 por ciento de la superficie total del país (Ghartey 1990) y, además de satisfacer todas las necesidades de madera, suministran el 75 por ciento aproximadamente de las necesidades de energía. Se estima, que la población de 14 millones de personas aumenta el 3 por ciento cada año y las densidades de población oscilan desde los 17 habitantes por kilómetro cuadrado hasta cerca de 150, con una media de 63 (WRI 1990). Con un PNB per cápita de 390 dólares EE.UU., el país tiene una economía de ingresos bajos, fuertemente dependiente del sector agrícola.

En la zona de bosques altos, un tercio del país aproximadamente, viven dos tercios de la población. El bosque mismo, que abarcaba prácticamente el total de los 8,2 millones de hectáreas de esta zona a principios de siglo, se ha reducido a cerca de 1,7 millones ha. La causa principal de la deforestación ha sido la demanda de tierras agrícolas. La afortunada conservación de un patrimonio nacional de reservas forestales se ha debido en gran parte a las acertadas políticas de aprovechamiento de la tierra ante esta conversión masiva. Sin embargo, ahora han quedado relativamente pocos bosques altos fuera de las reservas forestales oficiales y, con una población que se ha duplicado en 22 años y se prevé que alcance un total de 37 millones hacia el año 2025 (WRI 1990), la superficie de tierras destinadas a la agricultura continúa aumentando.

6.2 El medio ambiente

Se reconoció desde el principio la función protectora de los bosques y, particularmente, su influencia en el clima local y en la hidrología; y también que las principales producciones agrícolas, especialmente el cacao, dependían de la cubierta forestal (Gent 1929, en FAO 1985a). Aunque la principal preocupación han sido las actividades agrícolas en la zona de bosque alto, se tienen ahora conocimientos más profundos de la influencia mayor de los bosques húmedos en las zonas de sabana del norte, que abarcan el 66 por ciento del país. Estas zonas incluyen cuatro tipos de vegetación, progresivamente más áridos, desde la sabana transformada y las zonas de sabana de Guinea Meridional, hasta la sabana de Guinea del Norte y Sudán. Las precipitaciones varían entre los 800 y los 1 200 mm/año pero han mostrado una tendencia a decrecer durante los últimos 30 años. De máxima importancia son la duración y el rigor de la estación seca y la incertidumbre y carácter irregular de las lluvias. Debido a que los principales vientos portadores de lluvias provienen del sudoeste, para desplazar los vientos fuertemente secos del nordeste, la precipitación en las zonas de sabanas está influida por el estado de la vegetación en el sur del país y, particularmente, de la cubierta forestal que a través de la transpiración recicla prácticamente la precipitación hacia el norte. A pesar de que los datos del Africa Occidental son menos completos, parece que la situación es similar a la de la Amazonia brasileña respecto de las relaciones entre los bosques y el ciclo hidrológico (Salati 1987). La creciente deforestación en la parte norte del país, con incendios anuales, ha causado ya una degradación ecológica considerable y la creciente presión demográfica parece que agravará ciertamente los problemas. La posibilidad de un calentamiento mundial del clima es una razón más para mantener al máximo posible el efecto estabilizador de la cubierta forestal que permanece.

6.3 Diversidad

La flora del bosque pluvial, hierbas y árboles, cambia según cotas, de oeste a este a través del país, a lo largo de una distancia de 300 km con un clima cada vez más seco y con cambios en el tipo de suelo (Whitmore 1990).

Las afinidades biogeográficas de Ghana son la zona Congoleño-Guineana en el sudoeste y la Sudanesa en el norte, con la importante división de la zona de bosques altos marcada por el "Raso de Dahomey" en el este que separa hasta un cierto punto los bosques de la Alta Guinea de los de la Baja Guinea. Aunque los bosques no son ricos en diversidad biológica o endemismos en comparación, por ejemplo, con los de Camerún, se han registrado en ellos cerca de 2 100 especies vegetales (Hall y Swaine 1981), incluidas cerca de 680 especies arbóreas (Hawthorn 1990a).

6.4 Ordenación para la producción de madera

Como resultado de un estudio inicial del sector en 1908, siguiendo la promulgación de una Ordenanza para la Protección de la Madera el año anterior, se propuso la reserva de áreas selectas de bosque, pero esta medida encontró la oposición de los jefes locales (FAO 1985a; Asabere 1987). Sin embargo, para 1939 en virtud de la Ordenanza Forestal, se habían reservado unos 1,6 millones/ha en la zona de bosques altos, siendo objeto de estudio, delimitación y constitución. Cerca del 70 por ciento se compone de reservas de producción que son la fuente de futuros suministros de madera, mientras los bosques que todavía no se han declarado como reserva se espera que no sobrevivan como áreas de producción de madera más allá del final del siglo. Lo que queda del patrimonio forestal permanente se ha reservado con objeto de protegerlo, aunque una proporción de esa superficie está constituida por plantaciones. Hay 13 reservas de fauna y flora silvestre que cubren un total de 1,2 millones ha, de las que cuatro están en la zona de bosque alto y nueve en la sabana. Dentro de la zona de bosque alto las áreas estrictamente reservadas con fines de protección son las más inaccesibles y que no pueden ser aprovechadas fácilmente o de manera segura (Tufuor 1990a) y, por tanto, no son necesariamente representativas del conjunto de las comunidades vegetales de la zona.

La zona de bosque alto tropical, que es la principal fuente de madera, muestra un amplio espectro de variación en las comunidades vegetales, las cuales han sido agrupadas de forma general en cuatro tipos ecológicos: el bosque húmedo perennifolio (la asociación *Cynometra-Lophira-Tarrietia*), el bosque húmedo perennifolio, el bosque húmedo semicaducifolio y el bosque seco semicaducifolio (Hall y Swaine 1981).

Los tres principales sistemas de ordenación de los bosques se emprendieron en los pasados 40 ó 50 años pasados, principalmente el sistema de aclareo sucesivo, método tropical (SCS), las plantaciones complementarias y el sistema modificado por entresacas (SME) que fue introducido en 1956 y ha sido el principal sistema empleado en la mayor parte de la zona, particularmente en los bosques húmedos semicaducifolios, hasta 1970. Las principales características del SME eran, la cartografía de existencias de todos los árboles "económicos" mayores de 7 pies (2,1 m) de circunferencia y las cortas por entresaca con un ciclo de 25 años. La producción se regulaba por superficie, con unos límites mínimos de circunferencia establecidos de acuerdo con la clase de especie. Las cortas se basaban en los mapas de existencias, comenzando por los árboles mayores y descendiendo hasta que se hubiera conseguido el rendimiento establecido. Sin embargo, nunca se permitió que fueran cortados árboles por debajo de los límites mínimos de circunferencia, incluso si se probaba que los árboles por encima de los límites eran insuficientes para completar la producción prescrita. Más aún, se había estipulado que las existencias remanentes se dejarían bien distribuidas en el tramo, de manera que, en algunos casos, un árbol bastante por encima del límite podría quedar como único en esa parte del área (Asabere 1987). Este sistema de control relativamente sencillo, a pesar de estar basado en datos incompletos sobre la dinámica del bosque, era razonablemente sólido y ecológicamente sostenible.

En los últimos años sesenta los ciclos de corta de 25 años eran cada vez más criticados por los concesionarios de madera por ser demasiado largos y tener como resultado la acumulación de árboles extramaduros sujetos a deterioro. Como consecuencia, se decidió en 1970 permitir la corta de todos los árboles "económicos" por encima de 3,4 m de circunferencia o (dependiendo de la clase de especie) por encima de los 2,1 m de circunferencia y reducir el ciclo de corta a 15 años. La hipótesis de que todos los árboles por encima de esas dimensiones eran extramaduros no estaba basada en estudios sistemáticos y una investigación a este respecto, más tarde, reveló que los árboles de las clases superiores con circunferencias de 3,4 a 4,0 m estaban lejos de ser extramaduros. Más que reducir el desperdicio de madera, parece que la aplicación generalizada de la corta indiscriminada en los bosques de producción, sin tener en cuenta las existencias, favoreció la aplicación de prácticas más derrochadoras y menos eficaces, con un mayor número de fustes abandonados a la podredumbre en el bosque (Asabere 1987).

La mayor intensidad y frecuencia de las cortas, concentradas en unas pocas especies preferentes, con la extracción de todos los árboles mayores (mientras antes se había dejado que quedaran algunos) se aplicó durante un tiempo suficiente para que tuviera un efecto creciente de degradación genética en las poblaciones. Al mismo tiempo, la tendencia a aumentar el tamaño de los claros en la cubierta de las copas, como resultado de la extracción de todos los grandes árboles "económicos", sin tener en cuenta su proximidad o ubicación, conducía a mayores cambios estructurales y a una desviación más fuerte en la composición específica hacia las especies pioneras, con gran peligro de desarrollo de densas marañas de trepadoras. Por tanto, cuando se aplicaran las normas en el bosque, se observarían efectos perjudiciales previsibles sobre los recursos genéticos de las especies explotadas y en términos de diversidad general.

Desde mediados de los años setenta hasta los primeros ochenta, el sector forestal registró una marcada disminución de producción de madera en rollo y de valor total de las exportaciones de madera. Todo ello, acompañado por problemas económicos generales relacionados con la sobrevaloración de la moneda (cedi) y asociado al mal estado de los equipos de corta, transporte y aserrío, la falta de repuestos, inversiones suficientes en pistas e infraestructura general y la financiación insuficiente del Departamento Forestal. A partir de 1983, una serie de reformas macroeconómicas y sectoriales, seguida por renovadas inversiones en equipos e infraestructura y ayudada por financiación multilateral y bilateral, condujo a una recuperación progresiva de la producción de madera en rollo y de los ingresos por exportación que hacia el final de 1987 se había cumplido en gran parte (Frimpong-Mensah 1989).

Con la restauración de los aprovechamientos y operaciones de aserrado orientados a la exportación hubo el peligro de que la explotación descuidara el interés por la ordenación sostenible centrada sobre la producción sostenida de madera. La iniciación del Plan de Acción Forestal en los Trópicos (PAFT) en 1985 promovió el concepto de estudios conjuntos del sector, con la ayuda de varias agencias donantes, y en mayo de 1986 se comenzó en Ghana un estudio sobre el PAFT dirigido por el Banco Mundial, con asistencia y colaboración directa de la FAO, CIDA (Canadá) y ODA (Reino Unido). Tras los estudios, la preparación del proyecto, las evaluaciones y negociaciones, en marzo de 1989 se inició el Proyecto de Ordenación de los Recursos Forestales, financiado por el Banco Mundial, Dinamarca y el Reino Unido. Esto proporcionó al Gobierno de Ghana la oportunidad de emprender un amplio estudio del sector forestal, asociando los objetivos de conservación y producción, y las consideraciones políticas relacionadas con él.

6.5 Objetivo político: asociar producción con conservación

La política forestal de 1948, interpretada en este sentido, proporcionó una amplia base a los objetivos de producción y conservación. En ella se hacía referencia específica al mantenimiento del patrimonio forestal permanente, a la protección de los valores medioambientales, a la ordenación para un rendimiento sostenido, investigaciones centradas en la ecología y la silvicultura, enseñanza pública,

capacitación del personal y óptimo uso de las tierras (Kese 1989). La legislación vigente (principalmente la Ordenanza Forestal (1927) y los reglamentos correspondientes sobre reservas forestales; el Acta de Concesiones (1962); el Decreto sobre Operaciones Madereras (1972); el Decreto de Protección Forestal (1974); el Decreto sobre Árboles y Madera y el Decreto de Enmienda sobre la Industria Maderera y la Cámara de Comercio de la Madera de Ghana (1977) con algunas disposiciones del Decreto de Política de Inversiones) proporcionaron una base adecuada para la aplicación de las políticas. El éxito de la política original de reservas forestales fue puesto en evidencia de manera sorprendente por las imágenes del Landsat que mostraron los bordes claramente definidos de las reservas que habían sido generalmente respetadas, en contraste con la deforestación reinante alrededor (Hawthorn 1989). La revisión de la política forestal nacional, que se completó a principios de 1992, reforzó aún más las disposiciones medioambientales relativas al suelo y a los recursos hídricos, con referencias específicas a la conservación de la flora, fauna y diversidad biológica y del rendimiento sostenido de los recursos no madereros, así como los madereros. Todo ello implicaba la necesaria atención a la conservación *in situ* de los recursos genéticos.

Al mismo tiempo que se ha reforzado el interés por el medio ambiente y la diversidad biológica, crecen las necesidades económicas y de recursos de tierras de la población en expansión. Las políticas intersectoriales revisadas y reforzadas, con estrategias sectoriales apropiadas, son esenciales para asegurar la adecuada reconciliación del conflicto entre las exigencias de producción y de conservación. Grut (1989) a partir de un estudio sobre el sector forestal en Ghana y en Guinea, ha demostrado que sobre la base únicamente de un análisis de producción de madera, la opción más beneficiosa sería extraer toda la madera comercializable (p.ej., hasta un diámetro mínimo normal bastante por debajo de los límites establecidos por la ordenación) en una sola corta. Los cálculos utilizados para llegar a esta conclusión no tienen en cuenta los valores, sustanciales, pero generalmente no comerciales, de los productos forestales no maderables y las graves repercusiones sobre la estructura, la ecología y la composición específica del bosque que podrían derivar.

6.6 Productos Forestales No Madereros (PFNM)

El papel de los productos forestales no madereros (PFNM) tiene una importancia crítica en la conservación a largo plazo de los recursos forestales y de su diversidad genética. Un estudio detallado llevado a cabo en el contexto del Proyecto de Ordenación de los Recursos Forestales de Ghana (Falconer 1991) demuestra que los PFNM son el principal eslabón entre los bosques reservados y las comunidades que viven inmediatamente a su alrededor. El estudio reveló la importancia de una amplia variedad de productos basados en los PFNM, para la nutrición humana, para medicinas, materiales de construcción, utensilios para el hogar y la agricultura, para leña, forraje y actividades de comercio y transformación. Las cualidades más importantes apreciadas, por lo que respecta a los materiales de construcción eran su duración y resistencia a los insectos, en particular para los postes principales de las construcciones. Estas cualidades están asociadas comúnmente con las maderas más densas y duras que se encuentran frecuentemente en las especies de crecimiento lento (generalmente especies no pioneras). Era evidente que muchos jefes y ancianos de las comunidades asociaban intensamente el valor del bosque a la recolección tradicional de materiales para la construcción. También se observó que los bosques estaban muy valorados como fuentes de medicinas. Todas las personas entrevistadas utilizaban medicinas procedentes de plantas y el 80 por ciento confiaba exclusivamente en ellas. Muchas de las utilizadas comúnmente se recogían alrededor de la aldea y en áreas no aprovechadas de bosque secundario, más que en la reserva forestal. No obstante, el mismo bosque era contemplado como una importante fuente de medicinas por la mayoría de los entrevistados.

Para muchos hogares, la recogida, elaboración y comercio de los productos forestales proporcionaba una fuente importante de ingresos suplementarios, especialmente en los períodos de menor actividad agrícola o cuando existía una clara necesidad de fondos. Para algunos de ellos los

PFNM constituían la principal fuente de ingresos, directamente o como suministro de materiales utilizados para aperos de labranza y materias primas empleadas en las actividades de elaboración no agrarias.

Los bosques eran el principal recurso de PFNM comercializados en la región, a pesar de que en algunas zonas y para algunos productos las tierras en barbecho eran una importante fuente de suministro. En muchas comunidades la gente se quejaba de que el aumento de tierras desboscadas para la agricultura, el aumento de los fuegos de matorral y la degradación medioambiental de las tierras sin utilizar (bosques secundarios) habían debilitado los recursos de PFNM hasta tal punto que los recolectores y transformadores habían tenido que depender más de las reservas de bosque. Respecto de muchos productos, incluida la carne de animales salvajes, el estudio reveló la importancia de las áreas incultas como fuentes de suministro. La degradación del bosque secundario se presenta como un gran problema para muchas comunidades y, cada vez más, los bosques que permanecen como reservas se convertirán probablemente en importantes recursos de PFNM.

Los sistemas flexibles de ordenación forestal que pueden satisfacer las necesidades locales, a la vez que las de la industria maderera, ofrecen la mejor perspectiva para la seguridad a largo plazo de un amplio conjunto de especies arbóreas y vegetales. Hay también posibilidades para la multiplicación y el cultivo de algunas especies en las zonas tampón alrededor del bosque y siempre que la fuente de semillas o material clonal selecto se encuentra en las poblaciones locales, en el bosque esto podría representar un aspecto aceptable de conservación *in situ* para las especies en cuestión.

6.7 Sistemas de ingresos económicos forestales

Uno de los principales problemas de la conservación y la ordenación sostenible en muchos países ha sido la proporción aparentemente baja de los ingresos económicos procedentes del bosque tropical natural (Mergen y Vincent 1987), a pesar del evidente valor real del recurso (Leslie 1987). Esto se debe con frecuencia al fracaso de captar los niveles apropiados de ingresos procedentes de la madera (Repetto y Gillis 1988). Grut (1989) demuestra esto claramente con respecto a Ghana: tanto los niveles de los cánones establecidos como la eficacia en cuanto al cobro de los derechos vencidos, hasta ahora han sido extremadamente bajos. Incluso con el valor bajo de madera en pie pedido, los ingresos obtenidos efectivamente fueron sólo un sexto del total previsto (Grut 1989). Se ha reconocido ya al principio el bajísimo nivel de los cánones sobre la madera en Ghana y la necesidad de aumentos sustanciales, particularmente para las especies más valiosas y comercializables (FAO 1985a). Actualmente se han aplicado aumentos considerables y se espera que sean seguidos por otros, suponiendo que estos aumentos se han puesto en práctica también para elevar el promedio de los derechos de la madera en pie hasta el 10 por ciento aproximadamente de la media ponderada del valor de la exportación de madera FOB para 1994, con una eficacia mayor en la tasa de cobro de ingresos hasta un 50 por ciento para la misma fecha, estos deberían ser suficientes para cubrir la totalidad de los costes del Departamento Forestal y no sólo los costes de ordenación de los bosques de producción (Grut 1989).

El tamaño y la longitud de los terrenos de las concesiones madereras son factores clave para determinar el interés y la capacidad del concesionario en la ordenación sostenible. En los primeros momentos, la fragmentación de las concesiones en Ghana fue objeto de crítica y las autoridades del Gobierno están considerando sugerencias, realizadas en el contexto del proyecto de Ordenación de los Recursos Forestales, para que se establezca un tamaño mínimo de 10 000 ha y una duración de 50 años. Relacionadas con estas sugerencias están las consideraciones de que las condiciones del mercado influyan más intensamente en la asignación de las concesiones, para asegurar el mejor valor posible y un nivel de rentas de la concesión más significativo. Esto último podría influir particularmente en asegurar el logro de los objetivos de conservación, incluso la conservación *in situ* de los recursos genéticos. Se ha sugerido, por ejemplo, que unas rentas sustanciales de la concesión,

según una fórmula derivada de los valores FOB ponderados, podría abaratar los costes de la corta de madera y originar un nivel de beneficio adecuado. Por consiguiente, el concesionario podría reclamar una proporción de los derechos pagados relacionada con los costes soportados en concepto de ordenación sostenible y las actividades de conservación. El concesionario podría contemplar esta solución como una oportunidad de aumentar sus ganancias (Grut 1990). Tales reformas en los niveles de los beneficios y la recaudación pueden también mejorar potencialmente la recuperación y reducir el nivel de desperdicio de madera, tanto en el bosque como en los procesos industriales (Asabere 1987; Chachu 1989). El Gobierno de Ghana ha creado un comité especial para evaluar las medidas de mejora de la ordenación forestal y la productividad de la industria maderera y se espera que el comité estudie el tamaño y otros aspectos relacionados con las concesiones madereras.

Ghana introdujo al principio tasas diferenciales en los cánones correspondientes a 50 maderas. La nueva estructura de tarifas de los cánones implica aumentos bastante más altos para las especies objeto de mayor demanda y, por tanto, en peligro de agotamiento, que para aquellas que actualmente no están solicitadas. Esto tiene consecuencias muy importantes en la conservación de los recursos genéticos de las principales especies de interés económico. Sin embargo, tal acción aislada no puede ser eficaz, pues muchas especies menos conocidas tienen una duración natural menor y, por tanto, requieren un cuidado especial para asegurar que los troncos no permanezcan tumbados en el bosque y para que se apliquen tratamientos de conservación en forma y época adecuadas. Otras, que pueden tener una madera más duradera pero más dura y, posiblemente, silíceas requieren un equipo especial de elaboración. Un proceso de elaboración local puede ayudar a asegurar un beneficio comercial para estas especies menos conocidas (Asabere 1987; Ofosu-Asiedu y Ampompong 1990; Parant 1990), para lo cual pueden necesitarse inversiones en equipo, infraestructura y capacitación. Ghana está promocionando más la elaboración de la madera y más exportación de madera en rollo, pues una proporción del total del volumen exportado ha ido descendiendo del 63 por ciento en 1988 al 53 por ciento en 1989 y al 42 por ciento en 1990. Sin embargo, en 1989, menos del 6 por ciento del valor de los productos forestales de Ghana sufrían un proceso de elaboración más allá del secado al aire de la madera (ITTO 1990).

Existen también importantes consideraciones sobre ordenación forestal y silvicultura, así como preocupaciones ecológicas, relacionadas con la promoción del aprovechamiento de especies menos conocidas que se van a examinar a continuación. Sin embargo, las repercusiones de los resultados del inventario forestal realizado indican claramente la necesidad de hacer el máximo uso de las especies no solicitadas, mientras que se reducen las presiones sobre las existencias y los recursos genéticos de las principales especies de interés económico. Esto está en línea con el reconocimiento actual de que no debe permitirse que las conveniencias de los aprovechamientos y las demandas de la industria de la madera determinen por sí solas la ordenación forestal (Chachu 1989), sino que las tasas de los cánones, los límites de las circunferencias y otros objetivos y controles de intensidad deben reflejar las diferencias ecológicas entre especies en su regeneración y crecimiento, así como en los valores últimos de su madera (Hawthorn 1990b). Existen ya abundantes datos de la temporalidad de las clasificaciones basadas únicamente en la aceptación en el mercado y la valoración de la madera.

6.8 Inventario forestal

El primer estudio sobre los recursos forestales de Ghana se hizo en 1908 y el primer Inventario Forestal Nacional en 1947, abarcando 1 290 millas cuadradas de bosque (Logan 1947). El primer objeto de este y de los siguientes inventarios durante el período de 1952 a 1973 fueron las especies que entonces eran comercializables, de las cuales sólo 26 especies "económicas" se contabilizaron comparadas con las 334 "maderas secundarias" (FAO 1985a). En 1985 se comenzó un nuevo Inventario Forestal Nacional, en principio para proporcionar también una estimación del volumen total comercial de madera en rollo, en vista de la preocupación por que la demanda de la rehabilitada industria maderera pudiera exceder a la oferta sostenible que podía dar el bosque. Sin

embargo, se incluyeron objetivos más amplios, para proporcionar la información más amplia que se necesitaba para la ordenación sostenible y para evaluar la productividad biológica y el estado ecológico del bosque, incluyendo la obtención de datos sobre productos forestales no madereros y sobre plantas no leñosas y fauna (Adlard 1990).

Para lograr el primer objetivo se hizo un muestreo estratificado al azar sobre 546 000 ha en 43 reservas forestales. La estratificación se basó en un estudio ecológico y la clasificación realizada por Hall y Swaine (1981). Además de las medidas de tres diámetros para efectuar las estimaciones volumétricas, se hicieron evaluaciones de la forma y calidad junto con una clasificación de las copas, observaciones sobre la corta de madera, las quemadas, etc. Se registraron cerca de 420 especies arbóreas y se las agrupó en tres categorías de acuerdo con su aceptación en el mercado actual, su tamaño y frecuencia de presencia:

- Categoría I: Las especies que Ghana había exportado al menos una vez durante el período 1973-1988, incluidas todas las principales especies de interés económico más algunas menos conocidas que se están promocionando activamente para la exportación (66 especies en total).
- Categoría II: Las especies que alcanzan un diámetro de 70 cm (tamaño comercializable) y se presentan con una frecuencia de al menos 1 árbol por km², aunque no hayan sido exportadas previamente (58 especies en total).
- Categoría III: Todas las especies restantes para las que no se considera que poseen potencial para la producción de madera.

Todos los datos se almacenaron en ordenador y constituyen una importante base de datos sobre la presencia y distribución de las especies (Wong 1989).

El volumen nacional bruto presente de madera de tamaño explotable se estimó en 102 millones de m³, concentrado principalmente en las especies de Categoría I. Sin embargo, se observó que el grueso de este volumen estaba formado por las especies menos deseables, mientras que el volumen de las especies de interés económico tradicionales era muy limitado y dependía en gran medida de un pilar principal, *Triplochiton scleroxylon*, que a pesar de ser objeto de una demanda constante no posee intrínsecamente un alto valor. Parece que la actual explotación de la mayoría de las especies "económicas" es insostenible y que tienen un recurso de vida muy limitado (p. ej., el período durante el cual se agotarán las existencias actuales de árboles de tamaño explotable). Las valiosas meliaceas (*Entandrophragma angolense*, *E. cylindricum*, *E. utile*, *Khaya grandifoliola*, *K. ivorensis*, *K. anthotheca*), y también *Milicia* (sin. *Chlorephora*) *excelsa*, se agotarán probablemente dentro de 2 ó 3 décadas a los actuales niveles de corta. Entre las especies más valiosas, *Pericopsis* (sin. *Afrormosia*) *elata* se estima que tiene una duración de los recursos de 3 años o menos (Alder 1989). El cálculo de la duración de los recursos de las especies solamente puede ser aproximado, basado en la división del recurso existente por la tasa de extracción y, si con un recurso en disminución se permitiera aumentar la tasa de extracción, la duración de los recursos sería todavía menor.

Las consecuencias son claras: el futuro de una industria maderera viable en Ghana depende de un desplazamiento sustancial y rápido en el mercado de las especies actualmente subutilizadas hacia la Categoría I. Esto se podría conseguir con la promoción del 10 al 15 por ciento, quizás, de las 50 especies sobrantes registradas que actualmente están subutilizadas, apoyándose al máximo en aquéllas que estén bien representadas en el bosque, paralelamente a los aprovechamientos sostenidos de *Terminalia excelsa*. Si esto se hiciera con un seguimiento eficaz y con controles para limitar las

cortas de las principales especies de interés económico a niveles sostenibles, con objeto de permitir a sus poblaciones recuperarse entre los ciclos de corta, no habría a largo plazo ningún peligro para los recursos genéticos de estas especies. Sin embargo, su existencia futura depende claramente de una acción positiva a este respecto.

Los datos de crecimiento para la estimación de las tasas de aumento en volumen, se basaron en la medición de cerca de 11 000 árboles en 256 parcelas permanentes de muestreo. Se está elaborando un modelo de simulación de crecimiento forestal (GHAFOSIM) para los bosques de Ghana (Alder 1989; 1990) que podrá beneficiarse de la acumulación progresiva de datos de un número considerablemente mayor de parcelas permanentes de muestreo, en las que se miden todos los árboles de todas las especies por encima de los 10 cm de diámetro normal. Esto proporcionará un conocimiento mucho más completo de la dinámica del bosque. Es evidente que ninguna estrategia de ordenación única podrá adaptarse suficientemente a todos los bosques, pero que, para relacionar de manera eficaz la producción con la conservación deberá decidirse por separado, la ordenación de las distintas reservas o concesiones dentro de una representación global de la diversidad genética de los bosques en general.

6.9 Asignación de prioridades

Está claro que la conservación de las principales especies arbóreas de interés económico entraña una alta prioridad, y se ha visto que depende de que se desarrollen mercados para las especies menos aprovechadas actualmente. Sin embargo, la conservación de la variación intraespecífica en estas especies es también del mayor interés, incluyendo el mantenimiento de poblaciones viables de procedencias genéticamente distintas. Es probable que, en ausencia de estas pruebas directas de las diferencias de procedencias a partir de ensayos de campo y/o estudios con isozimas, la mejor guía sean las pautas de variación medioambiental. Estas se pueden observar directamente a partir de variables medioambientales o indirectamente de los modelos de vegetación. Resulta claro muchas veces la forma en que la variación de una especie concreta a nivel de población refleja unas pautas en toda la comunidad, es en muchos casos aparente (Okafor 1975; Hall y Swaine 1981). La hipótesis de que esto ocurre así se reconoce en el estudio botánico que se está llevando a cabo en relación con el Inventario Forestal Nacional en curso (Hawthorn 1991).

El objeto de este estudio botánico es elaborar una base de datos informatizada de la distribución de las plantas vasculares en los bosques de Ghana, y con ello, asegurar una definición más clara de las variaciones florísticas sustanciales dentro de cada una de las zonas forestales reconocidas por Hall y Swaine (1981). Esto pondrá de relieve modelos de variación intraespecífica a nivel local y también nacional, y las relaciones entre ellos, ayudando, por tanto, a diseñar estrategias para la conservación de las especies vegetales de interés económico.

El estudio concede particular atención a los modelos de distribución de las plantas y árboles raros como ayuda directa para su conservación. En el estudio se reconoce la importancia de combinar información taxonómica, ecológica y corológica para establecer prioridades en la conservación de determinadas superficies. En un análisis preliminar (Hawthorn 1991) se han determinado tres conjuntos de condiciones bajo las que las plantas raras se pueden encontrar con gran probabilidad. Una de ellas es entre las especies de los bosques secos en la costa o en los llanos de Afram o cerca de ambos. Este tipo de bosque seco de África occidental tiene actualmente una distribución muy limitada y algunas especies son desconocidas en otras partes excepto algunas presencias en África oriental, mientras que otras son endémicas en Ghana.

Deberá prestarse también particular atención a las reservas propensas al fuego en la zona de bosques secos semi-caducifolios, donde las plantas forestales corren especial riesgo. La amenaza del fuego para los recursos genéticos es particularmente aguda donde la población de individuos maduros portadores de semilla se ha reducido fuertemente, los años de producción de semilla pueden ser

infrecuentes y un fuego subsiguiente a la caída de la semilla o al establecimiento de brinzales puede ser catastrófico. Este puede ser el caso de *Pericopsis elata*, particularmente en los bordes del dominio de la especie.

El estudio botánico está elaborando también un sistema objetivo de valoración para la clasificación de especies vegetales en términos de prioridad para su conservación. Este sistema se utilizará para seleccionar áreas, por ejemplo, dentro de las reservas de los bosques de producción donde la ordenación forestal deberá tener particularmente en cuenta la importancia y la naturaleza de los objetivos de conservación. La clasificación que se está elaborando se basará esencialmente en la información sobre la distribución derivada de los primeros estudios de Hall y Swaine (1981) junto con las observaciones más generales de la flora del África tropical occidental para obtener un panorama más amplio, las abundantes colecciones de herbarios en Legon y Kew (Jardines Botánicos Reales) y los nuevos datos obtenidos por el estudio botánico. Esto proporcionará una base para señalar los "puntos genéticos críticos" en los bosques de Ghana, en lo que concierne a ecosistemas, especies y recursos genéticos de las especies elegidas para su conservación.

La mayor parte de las categorías en el sistema de clasificación están relacionadas con los grados de rareza, dentro de Ghana y en los contextos más amplios de Guinea Superior (la región dentro de la que es probable que la contribución de la flora de Ghana sea más significativa), África occidental y África en general. Sin embargo, para la conservación *in situ* de los recursos genéticos de las especies de reconocida importancia económica se ha destinado una categoría distinta. Esto incluye especies que pueden ser poco comunes o extendidas pero están explotadas intensivamente y requieren una atención y un control especiales, particularmente con respecto a la conservación de la variación intraespecífica. Esta categoría incluye todas las especies madereras utilizadas intensivamente, cañas (juncos) y otras especies de reconocido valor económico (p.ej., *Thaumatococcus daniellii*, una fuente de agentes edulcorantes y otros compuestos orgánicos potencialmente comerciales). En esta clasificación algunas especies se colocan con una calificación de "estrella roja" si, como es el caso de algunos árboles maderables muy buscados, una proporción significativa de individuos maduros está afectada por presiones de explotación (p.ej., especies con una breve duración de los recursos, como ya se enumeraron anteriormente); o si es aconsejable "señalar" las presencias de una especie en el bosque para la conservación de procedencias específicas.

Un resultado adicional, práctico e inmediato del estudio botánico será un informe del estado actual de las áreas protegidas existentes y del grado de protección proporcionado dentro de las reservas de producción, con recomendaciones referentes a la ordenación forestal en estas últimas, particularmente en las áreas más sensibles y en las de valor biológico excepcional. Esto ayudará al desarrollo de planteamientos completos para reconciliar los objetivos de producción y conservación dentro de las unidades de ordenación forestal (UOF) que se están estableciendo actualmente.

6.10 Ordenación y explotación

El Sistema Modificado por Entresaca, descrito brevemente con anterioridad, ha tenido un claro éxito manteniendo niveles satisfactorios de producciones de madera, pero a expensas de las existencias de las principales especies de interés económico. Los datos del inventario actualmente en marcha y la red intensificada de parcelas permanentes de muestreo permitirán el futuro desarrollo de planes de ordenación detallados y flexibles por separado para cada unidad de ordenación (reserva única o gran área de concesión) utilizando modelos de simulación que se derivarán de la continuación del trabajo iniciado en el Modelo Forestal de Simulación de Ghana (GHAFOSIM). Tal planteamiento, capaz de incorporar información procedente del estudio botánico y de los estudios ecológicos sobre la regeneración en relación con la intensidad de los aprovechamientos madereros, modelos y métodos, ofrece la mejor perspectiva para combinar la conservación genética con la producción, a nivel local y nacional. Las posibilidades que tiene la integración eficaz de los objetivos de conservación y producción en los planes de ordenación forestal, se ha reforzado con la introducción de las unidades

de ordenación forestal (UOF), que agrupan las reservas existentes de producción en unidades de cerca de 50 000 hectáreas. Cada UOF estará sujeta a un plan de ordenación que incorpora las recomendaciones que surgen del estudio botánico sobre conservación de la diversidad biológica y los recursos genéticos.

Como una medida provisional se ha impuesto un ciclo de corta de cuarenta años y se están realizando estudios y cartografía de existencias para todos los tramos con objeto de determinar la producción permisible. Esto se calcula para cada especie en cada tramo por una simple fórmula que tiene en cuenta el número de árboles por encima del límite mínimo de corta y aquellos que se encuentran en la clase diamétrica inmediatamente inferior que formarán la próxima masa cortable. La fórmula permite también la retención de un 30% de la masa madura y el 20% de mortalidad en la población residual destinada a formar el próximo ciclo de corta (Ghartey 1990). Dado que los controles de los aprovechamientos de madera se han reforzado para prevenir daños innecesarios en el repoblado preexistente y en las condiciones de regeneración (ver más adelante) y que se han dejado suficientes árboles padre de las especies de importancia económica donde eran necesarios, este régimen provisional podría ser suficientemente prudente para prevenir una mayor degradación de los recursos genéticos del bosque. Sin embargo, esto depende en última instancia de las medidas para promover las especies menos aprovechadas con objeto de mantener niveles aceptables de explotación, mientras se conservan los recursos genéticos restantes en la mayor parte de las poblaciones valiosas y más agotadas.

En noviembre de 1990 las autoridades ghanesas impusieron Exacciones para la Mejora Forestal sobre seis especies exportadas en rollo, vedas complementarias a la exportación ya en vigor de otras 19 especies, incluyendo las valiosas meliáceas. Las exacciones intentan conservar las especies afectadas y proporcionar trozas para la elaboración interna (ITTO 1991). El éxito de estas medidas y de los planes para una mayor explotación de las especies menos aprovechadas tendrán una influencia importante en las posibilidades de la ordenación futura.

Será necesario también considerar los efectos del aumento de las extracciones madereras sobre los recursos genéticos de las especies menos aprovechadas actualmente, con respecto a cada reserva forestal y unidad de ordenación al preparar los planes de ordenación. Sin embargo, el inventario muestra que el 40 por ciento sobre el total de la explotación potencial de madera de las especies de la Categoría I (p.ej., las que han sido totalmente exportadas) está formado por cuatro especies que todavía proporcionan abundantes suministros en el bosque (Ghartey 1989). Una estrategia basada en su promoción hasta los límites de las cortas anuales permisibles, junto con menores contribuciones procedentes de algunas otras especies ignoradas en el presente, deberá ser coherente con una ordenación más equilibrada del total de los recursos genéticos del bosque, en el supuesto de que se mantengan las condiciones satisfactorias para la regeneración.

6.11 Regeneración y silvicultura

En el sistema de cortas de aclareo sucesivo (método tropical) que se introdujo en 1946, se intentaba influir en la regeneración de las relativamente pocas especies deseables mediante la manipulación de la espesura y operaciones de limpieza, pero se estimó que no se había alcanzado el éxito esperado y se abandonó a mediados de los años 60. Desde entonces, a parte de algunos ensayos de regeneración artificial mediante plantaciones complementarias, los intentos de influir en la producción de la masa a través de operaciones silvícolas según el sistema de entresaca modificado, estuvieron orientados a favorecer la población de árboles jóvenes, dentro de la clase de circunferencia de 1 a 5 ft (de 0,3 a 1,5 m) mediante aclareos de mejora (Asabere 1987). No obstante, desde el punto de vista de una ordenación sostenible a largo plazo y de la conservación de los recursos genéticos de las principales especies de interés económico, es esencial un conocimiento del efecto de las cortas sobre la composición de las especies que forman la regeneración.

Junto con con el Inventario Forestal Nacional, se llevaron a cabo estudios sobre la regeneración en bosques explotados y en otros no explotados adyacentes dentro de la reserva de Bia del Sur (Hawthorn 1990b), para evaluar los diferentes efectos de las operaciones de explotación maderera en las pautas de regeneración de las tres especies. Un objetivo secundario fue describir el estado de la vegetación en general después de las cortas, como una información de base sobre el medio ambiente biótico de los árboles en desarrollo. En algunos tramos la intensidad de las cortas fue muy alta, ya que el bosque no había sido explotado anteriormente y el único control ejercido lo fue mediante el establecimiento de un límite mínimo de circunferencia, sacando todos los árboles por encima de ese límite deseable. Sin embargo, este efecto se redujo principalmente a las especies más deseables tales como *Khaya ivorensis* y *Entandrophragma utile*. Se dejaron grandes árboles de las especies menos deseables. Las cortas se habían hecho en los tres años inmediatamente antes del estudio.

Las principales subdivisiones de las especies "gremiales" reconocidas se hicieron entre las especies verdaderamente pioneras y las pioneras del piso inferior (pequeños árboles y arbustos) por un lado, y entre las no pioneras de luz y las tolerantes a la sombra por otro, a pesar de que se reconocía que estas divisiones podían ser separaciones arbitrarias en lo que resultaba una variación de preferencias sin solución de continuidad. El informe del estudio (Hawthorn 1990b) es detallado y revela una situación compleja. No obstante, se establecieron algunas conclusiones claras con respecto a los efectos de la regeneración temprana por brinzales:

- i) no es probable que la diversidad específica global se vea afectada de forma perjudicial por cortas bien controladas, a pesar de que se espera que cambie el equilibrio entre especies a menos que se den pasos especiales para prevenir esto. La tendencia será de niveles decrecientes de regeneración para algunas especies madereras valiosas (no pioneras) (p.ej., *Entandrophragma* spp, *Kaya* spp) y una abundancia relativa mayor de otros (p.ej., *Triplochiton scleroxylon* y *Terminalia* spp);
- ii) hay grandes claros entre las copas que muestran una regeneración muy pobre de las especies preferentes y una diversidad específica baja;
- iii) la regeneración de la mayoría de las especies madereras, particularmente de las no pioneras, requiere la reserva de árboles padre uniformemente distribuidos por el bosque, por ejemplo en pequeños rodales sin explotar dentro de tramos explotados;
- iv) los pequeños calveros y las roderas de los trineos de arrastre ayudan a aumentar la diversidad específica general.

Por tanto, se puede dar una orientación general clara con respecto a los estrictos controles sobre las cortas, para mantener al mínimo la anchura de las pistas y el área de las plataformas de carga, para evitar la creación de grandes calveros en la espesura y para asegurar la reserva de árboles padre distribuidos uniformemente por el bosque. Para evitar los daños en la regeneración, las cortas deben restringirse a un período único y corto. Con tales previsiones parece que es pequeño el peligro de una repentina pérdida de recursos genéticos de las especies principales de interés económico y hay buenas posibilidades de mantener un alto nivel de diversidad específica, al menos en un amplio conjunto de las especies madereras de la Categoría I.

La amenaza más seria para los recursos genéticos es sin duda el fuego y los estudios dedicados a los daños por fuego sugieren que las cortas, especialmente en los tipos más secos de bosque, pueden dejar al bosque más predispuesto a los incendios (Hawthorn 1898). Las recomendaciones para controlar la intensidad de las cortas son, por tanto, aún más importantes en las áreas con predisposición a los incendios.

A pesar de que los resultados de estos estudios son valiosos y estimulantes, se necesitará obtener datos más completos y amplios de las series ampliadas de parcelas permanentes de muestreo, las cuales podrían ser también el escenario de estudios más detallados sobre la dinámica de la población, sistemas y agentes de polinización y dispersión de semillas y otros procesos ecológicos (Adlard 1990). Esto podría proporcionar una base científica para una posible acción silvícola futura que influya sobre la regeneración y el desarrollo de poblaciones selectas, manteniendo altos niveles de diversidad genética.

6.12 Biología reproductiva

Si bien de las observaciones fenológicas bien documentadas se puede conseguir mucha información valiosa sobre los sistemas genéticos, es muy recomendable hacer estudios más detallados y sistemáticos sobre especies fundamentales de interés económico (p.ej., *Entandrophragma* spp., *Khaya* spp., *Milicia excelsa*, *Pericopsis elata*) que requieren urgentemente medidas para conservar las poblaciones que constituyen. Los datos sobre la biología de la reproducción, utilizados juntamente con información sobre la distribución específica y las pautas de variación en las especies individuales, pueden ayudar a determinar la asignación de las áreas de conservación *in situ* y las estrategias de muestreo para la conservación complementaria *ex situ*. Los principios en que se basan se resumen en, p.ej., Bawa y Krugman (1991). Su aplicación se ilustra también en el estudio sobre biología de la reproducción y genética de *Cordia alliodora* en el Apéndice 1.

6.13 Integración y seguridad

La elaboración de bases de datos asociadas con el inventario forestal y el estudio botánico, proporcionan un marco para planificar la ordenación integrada de los recursos genéticos dentro de las áreas totalmente protegidas y las reservas de producción. También ofrecen una base para el seguimiento de los futuros cambios en el bosque sometido a la influencia de los regímenes de aprovechamientos controlados y de ordenación. Sin embargo, será necesario adoptar decisiones a alto nivel sobre el equilibrio que se ha de lograr entre la explotación maderera y la conservación de la diversidad biológica, para asegurar un equilibrio entre los costes financieros a corto plazo de la conservación (incluyendo ingresos y beneficios de los que habrá que privarse) y los beneficios a largo plazo sociales, económicos y medioambientales en interés nacional y, donde sea apropiado, con ayuda internacional. Es probable que ello sea necesario particularmente al adoptar los cambios esenciales en el comercio maderero para reemplazar ampliamente la actual dependencia de las pocas especies principales de interés económico, con una duración de los recursos muy limitado, por la promoción de especies menos explotadas, con un mayor apoyo a la elaboración local y la exportación de componentes y productos acabados. La intervención en estos sectores del comercio internacional, junto con las inversiones para el suministro local de capacidad física y desarrollo de recursos humanos, determinará la viabilidad de los sistemas forestales de ordenación que asocien la producción sostenible con la conservación de los recursos genéticos.

7. BRASIL: LOS BOSQUES AMAZONICOS

La cuenca del Amazonas en general contiene la extensión más grande del mundo de bosques tropicales, de la cual, aproximadamente el 60 por ciento (unos 300 millones de ha) se encuentra dentro del Brasil (Dubois 1991). Cerca de 280 millones de ha son bosques densos productores potenciales de madera industrial (FAO 1981). Al mismo tiempo, estos bosques son, casi con certeza, los más ricos del mundo en términos de diversidad biológica total y abarcan un amplio conjunto de tipos. La posible contribución de los bosques potencialmente productivos a la conservación de esta diversidad y a la de los recursos genéticos forestales es, por tanto, muy alta.

De acuerdo con Cochrane y Sánchez (1982), cerca del 93 por ciento de los suelos de la cuenca amazónica adolece de importantes carencias de fertilidad y, a pesar de que quizás la mitad de

esta superficie está ocupada por suelos con buenas propiedades físicas y que podría soportar una agricultura sostenible o ser utilizada para pastos, suponiendo que se le proporcionen sustanciales aportes de nutrientes y aplicando una gestión cuidadosa, están expuestos a una rápida degradación después de la eliminación del bosque existente. Además, algunos estudios han indicado la interdependencia que existe entre el ciclo hidrológico local y la cubierta forestal (Salati 1987) y se ha sugerido que para salvaguardar el clima local y regional, mientras no se alcance un conocimiento más pleno de esta relación, cerca del 80 por ciento del área deberá mantenerse bajo cubierta forestal (Prance 1990).

A pesar de que ha habido alguna inmigración reciente en la región amazónica desde otras partes del Brasil, la población humana es todavía baja en relación con la superficie total, con cerca del 40 por ciento de la población brasileña concentrada en un 10 por ciento del territorio nacional, en la región sudoriental. No obstante, las presiones sobre la tierra actualmente forestal en la Amazonia aumentarán inevitablemente y es esencial desarrollar sistemas sostenibles de usos de la tierra que sean compatibles con la necesidad de conservar una cubierta forestal sobre importantes superficies por sus influencias medioambientales. Todavía se está a tiempo para elaborar modelos de aprovechamiento de las tierras que logren la ordenación sostenible óptima del bosque natural, con la conservación simultánea de la rica diversidad biológica de la región. Esto requiere la planificación integrada y el desarrollo de sistemas de áreas totalmente protegidas y reservas de bosques de producción, con sistemas que contribuyan apropiadamente a los objetivos de conservación y desarrollo.

7.1 Marco jurídico

La Ley Forestal (1965) prevé la creación de reservas con objetivos de protección y producción. En el Artículo 5 se dispone la creación de :

- a) parques nacionales, estatales y municipales y reservas biológicas, para proteger excepcionales condiciones naturales, flora, fauna y valores paisajísticos y reconciliar esta protección con objetivos educativos, recreativos y científicos.
- b) bosques nacionales, estatales y municipales, con objetivos económicos, técnicos o sociales, que incluyen su posible forestación.

En una referencia específica a los bosques amazónicos, la Ley Forestal exige que la utilización de los bosques se someta a limitaciones técnicas y planes de ordenación.

Además de esto, la Ley de Protección de la Fauna de 1967 prevé reservas biológicas nacionales, estatales y municipales, y la Ley para una Política Medioambiental Nacional de 1981 contiene el establecimiento de estaciones ecológicas y áreas de protección medioambiental. La Constitución Federal de 1988, con referencia a los derechos de las personas y a un medio ambiente estable desde el punto de vista ecológico presta a la administración pública que asegure la gestión ecológica correcta de los ecosistemas y la salvaguardia de la diversidad e integridad de la herencia genética del país. Además declara patrimonio nacional el bosque amazónico brasileño, el bosque atlántico y el de otras tres regiones, estableciendo limitaciones a su utilización para garantizar la defensa del medio ambiente (Schubart 1990).

La principal categoría legal de reservas que ofrece las mejores posibilidades para combinar la ordenación para la producción de madera y otros productos forestales con la conservación de los recursos genéticos *in situ*, es la de **Bosque Nacional**. Esto corresponde aproximadamente a la Categoría VIII de la UICN (áreas de ordenación para uso múltiple/área de recursos ordenados) y entre sus objetivos primarios están el aprovechamiento sostenible y la ordenación del bosque, principalmente para maderas y otros productos forestales, junto con el mantenimiento de las funciones

protectoras del bosque respecto de los recursos hídricos y la conservación de la diversidad biológica, flora y fauna hasta donde esto sea compatible con los principales objetivos de producción. Se tiene también previsto realizar investigaciones apropiadas científicas y tecnológicas y un seguimiento medioambiental. El criterio para la selección de un área como Bosque Nacional es su potencial para la producción sostenible de madera y/o otros productos forestales. Si hubiera especies raras, endémicas o amenazadas que pudieran verse afectadas de forma perjudicial por las operaciones de producción, se sugiere que podría ser más apropiada otra categoría de protección más restrictiva (Padua 1989). Durante los tres últimos años, ha habido un marcado aumento del número de Bosques Nacionales en el Brasil, particularmente en la región amazónica, donde Schubart (1990) ha registrado 24 de estos bosques hasta el final de 1990, que abarcan una superficie total de cerca de 12,6 millones de hectáreas.

Las **Reservas Extractivas** son otra de las principales categorías donde los usos del bosque se pueden combinar con la conservación de los recursos genéticos. De acuerdo con Padua (1989) estas reservas tienen por objeto satisfacer las necesidades de grupos sociales que dependen de la recolección de productos forestales para su supervivencia y que los aprovechan de manera sostenible de acuerdo con prácticas tradicionales y conforme a planes de ordenación preestablecidos. Los objetivos secundarios incluyen la conservación de la diversidad biológica y posibles contribuciones a la educación y el seguimiento científico y medioambiental. Según esta interpretación, se excluye específicamente el aprovechamiento de madera. Los productos tradicionales de la ordenación forestal extractiva, tal como este término se usa en el Brasil, han sido fundamentalmente caucho y nuez del Brasil, aunque pueden incluirse también una gran variedad de otros frutos, fibras, etc.

Para proporcionar una base jurídica a este concepto, el antiguo Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA), promulgó un Decreto en julio de 1987 que aportaba directrices para el establecimiento de Reservas Extractivas como modelo de reforma agraria en la región amazónica (Allegretti 1990). El Decreto utilizaba el concepto de concesiones de aprovechamiento de la tierra, cediendo el uso de las Reservas del Estado a los colonos durante un período mínimo de 30 años, con normas específicas sobre las prácticas de aprovechamiento de la tierra. Se estableció también un mecanismo por el que el Estado podría mediar entre los habitantes de la Reserva y los intereses económicos exteriores. La administración de las Reservas Extractivas, según este modelo se ejerce por un grupo elegido por los habitantes del lugar, tanto en forma de cooperativa como de asociación, evitando de este modo la subdivisión de la tierra en tenencias privadas separadas. De acuerdo con Schubart (1990) el estatuto jurídico de las Reservas Extractivas tiene aún que decidirse definitivamente, pero dentro de la Política Nacional Medioambiental (enero 1990) ya se han emprendido medidas para crear reservas de esta naturaleza. Según se van creando algunas Reservas Extractivas dentro de Bosques Nacionales, se puede prever una base jurídica que combine las prácticas tradicionales con algunos aprovechamientos por entresaca de madera.

Las categorías principales de reservas que forman el sistema de áreas totalmente protegidas en el Brasil, son **parques nacionales** (Categoría II de la UICN), **estaciones ecológicas**, **reservas ecológicas**, **reservas biológicas** (todas ellas equivalentes a la Categoría I de la UICN), y **áreas de protección medioambiental** (con objetivos similares a la Categoría V de la UICN, pero incluyendo una referencia específica a la diversidad biológica). Todas ellas tienen importancia en la conservación de ecosistemas, especies y recursos genéticos. Además los **refugios de vida silvestre** y las **reservas de caza**, pueden proporcionar ocasionalmente protección a los recursos genéticos vegetales.

7.2 Establecimiento de prioridades

El Primer Seminario Internacional sobre Ordenación Forestal Tropical celebrado en el Brasil, en 1985, al subrayar la "necesidad de mantener y salvaguardar la diversidad biológica en cualquier acción en el Amazonas", concedió atención especial a la importancia de un mejor conocimiento de la dinámica del bosque y de las interacciones en procesos tales como dispersión de semillas,

polinización, sistemas de regeneración, etc. (Siqueira 1989). También subrayó la importancia de una clasificación y zonificación tipológica de los bosques para objetivos de producción y conservación. Los principios fundamentales se habían examinado anteriormente y, en particular, la necesidad vital de recoger datos sobre la variación y los modelos de variación de especies y poblaciones, y sobre la autoecología y la biología de la reproducción como base para las medidas orientadas a la conservación *in situ* de los recursos genéticos de las especies prioritarias. Comparada con algunas otras regiones tropicales del Nuevo Mundo, la Amazonia brasileña posee un largo historial de estudios botánicos y participaciones importantes en varios herbarios (Daly y Prance 1989). No obstante, la magnitud misma del inventario que se necesita para establecer e interpretar los modelos de distribución de las comunidades, las principales especies arbóreas y su probable variación intraespecífica, en relación con las condiciones medioambientales actuales y pertenecientes a la historia pasada es vastísima.

La superficie total de bosque amazónico dentro del Brasil cubierta relativa a todas las categorías reservadas representa probablemente el 5 por ciento del total. Si bien la situación, tamaño y forma individuales de las áreas protegidas son más importantes que las cifras de porcentajes totales, hay sin duda todavía un margen de selección de un número importante de reservas adicionales, dadas las limitaciones de los suelos y el conocimiento de la importancia medioambiental de la cubierta forestal. Al mismo tiempo, para la seguridad a largo plazo y, frente a las presiones del aumento demográfico será necesario desarrollar áreas de ordenación para uso múltiple (fundamentalmente bosques nacionales y reservas extractivas) que puedan contribuir a la conservación de los recursos genéticos *in situ* y complementen las medidas aplicadas a las áreas de protección total. Como la mayor parte del bioma forestal amazónico se mantiene todavía bastante intacto, existe la posibilidad de planificar la red de reservas de producción y áreas de protección total de una forma integrada, para lograr el aprovechamiento más eficaz posible de las tierras y de los recursos dedicados a la ordenación y la protección. Este es un aspecto importante de la zonificación a que se refiere Padua (1989).

La cartografía de la vegetación del Brasil tiene una larga historia, pero se ha complicado por el uso de una gran variedad de sistemas de clasificación. El conocimiento del Amazonas avanzó de forma considerable con el uso de las imágenes por radar en el "Projeto RADAM" en los años setenta y, a pesar de que los mapas producidos eran puramente fisionómicos, resultaban extremadamente detallados. Esta información se utilizó para el mapa de vegetación más reciente del Amazonas (Prance y Brown 1987) que reconoce cuatro subtipos de bosque pluvial sobre "terra firma" (cerca del 53 por ciento de la región) así como varios tipos de bosques estacionales de transición, sabanas y sabanas arboladas, bosques sobre suelos de arena blanca, varios tipos de bosques inundados, etc.

Prance (1977; 1982) ha llamado la atención sobre focos de endemismos que se cree que han sido refugios aislados de la flora del bosque húmedo durante los períodos más fríos y secos, coincidentes con las glaciaciones del Pleistoceno. Si bien se puede poner en discusión el empleo de la teoría de los refugios para la exploración de las pautas actuales de diversidad y distribución específica, existe un acuerdo general sobre la localización de los centros de endemismos.

En 1982 se dio un primer paso importante hacia la preparación de un plan para la selección y conservación de zonas a lo largo del país con la publicación del **Plan para un Sistema de Unidades de Conservación en el Brasil** (IBDF 1982). Aunque este plan todavía no se ha puesto en práctica como un bloque coherente, la información que se incluyó en él aún es válida y útil. Respecto a la región amazónica, se ha dado un paso posterior más importante con el Simposio Internacional sobre Áreas Prioritarias para la Conservación en la Cuenca del Amazonas - Seminario 90, celebrado en Manaus en enero de 1990 (Rylands 1990; Prance 1990). Resultado de esta reunión fue el proyecto inicial de un mapa que abarca la totalidad de la cuenca del Amazonas y muestra 94 áreas prioritarias propuestas en tres niveles de prioridad para la conservación. La selección final de las áreas fue el resultado del examen realizado por cerca de 100 científicos que trabajaron inicialmente en pequeños grupos especializados (sistemática vegetal; ecología vegetal; mamíferos; ornitología; herpetología; ictiología; entomología; geomorfología y clima; y unidades de conservación). Los botánicos y

zoólogos reunieron luego los datos de los grupos especializados a que pertenecían para consolidar la primera propuesta de selección de áreas, mientras que los datos de geomorfología y climatología se emplearon para identificar suelos frágiles y los ecosistemas más necesitados de protección. Por último, se hizo una síntesis con las prioridades botánicas y zoológicas para producir el proyecto de mapa. Se requiere todavía mucho más trabajo de campo para seleccionar los emplazamientos efectivos de áreas protegidas o de bosques de producción sometidos a ordenación para usos múltiples, en los que se reflejen totalmente los intereses de la conservación. Esto puede verse apoyado progresivamente por los datos dimanantes de un estudio ya en marcha sobre la Dinámica Biológica de los Fragmentos Forestales del Norte de Manaos.

Aunque esta asignación inicial de prioridades se basa en fuentes de información limitadas y distribuidas irregularmente, tiene la gran ventaja de su regionalidad en cuanto a cobertura y puede proporcionar un marco inicial para estudios más detallados. Aporta también una cierta orientación para la asignación de prioridades relativas a objetivos de conservación en las reservas de producción existentes.

7.3 Opciones de ordenación

Los primeros intentos de ordenación de un bosque natural para la producción sostenible de madera en la Amazonia brasileña son relativamente recientes. El trabajo silvícola experimental en el bosque húmedo tropical de Curua-Una, cerca de Santarém, Pará, comenzó en 1957. El trabajo consistió en algunas cortas experimentales de madera y estudios de regeneración en pequeña escala y los ensayos establecidos entonces son todavía objeto de seguimiento. En 1972 se comenzaron algunas actividades de ordenación en una segunda superficie llamada Bosque Nacional de Tapajos (600 000 ha). En 1974, como resultado de los estudios y la asistencia de la FAO, se preparó un plan de ordenación total que preveía un aprovechamiento por entresaca, con un turno de 70 años, basado en la regeneración natural, y una importante componente de plantaciones lineales que se deberían aprovechar a los 35 años (PNUD/FAO 1980). El objetivo era permitir la corta de 1 000 ha anuales, pero las condiciones del mercado, fuertemente afectadas por una depresión económica en los primeros años ochenta y por la disponibilidad de madera en rollo prácticamente gratis, procedente de cortas de aclareos en gran escala en otras áreas del bosque, impidieron la puesta en marcha del plan. Sin embargo, el bosque ha estado bien protegido y se han realizado estudios que, junto con el inventario intensivo y los estudios iniciales, sugieren la adopción de un sistema de aprovechamiento policíclico, con ciclos de corta de 30-35 años. En el plan de ordenación estaban previstas reservas biológicas y estudios fenológicos, así como 48 parcelas de muestreo (Carvalho *et al* 1984), y se estudió la distribución espacial de 11 especies principales y la regeneración de 106 especies.

La regeneración en el Bosque de Tapajos es por lo general satisfactoria y con frecuencia abundante, compuesta en especial de valiosas especies de crecimiento rápido, invasoras de claros, tales como *Vochysia maxima*, después de alguna apertura de la cubierta de copas (Viana 1990). La ITTO, en respuesta a una petición de las autoridades brasileñas para elaborar un modelo demostrativo de ordenación forestal en la región, está proporcionando asistencia para efectuar cortas controladas en el bosque nacional de Tapajos, que permitan estudios experimentales de sistemas de ordenación y silvicultura sobre una escala operativa, juntamente con una investigación constante de la ecología y la dinámica del bosque. Una propuesta de investigación asociada prevé, en colaboración con varias organizaciones, la identificación y protección de rodales de producción de semillas de las principales especies del bosque natural, que abarcan una amplia superficie de la Amazonia, como reservas para futuras plantaciones complementarias.

Paralelamente con el estudio de los sistemas de ordenación forestal vinculados a los objetivos de conservación genética en áreas específicas, será necesario emprender una investigación de la diversidad genética y los sistemas genéticos de las distintas especies. Esto es aplicable, por ejemplo, a *Swietenia macrophylla*, que está amenazada claramente por cortas de entresaca degenerativas, fuera

de las reservas forestales. Otras especies a las que probablemente haya que otorgar una alta prioridad para estos fines es la *Aniba rosaedora* que ha estado sujeta a una explotación intensiva por su contenido en aceites esenciales y parece mostrar algunas diferencias químicas según las procedencias. Respecto a la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales, el sistema de reservas genéticas en el bosque estatal Jari, con estudios de fenología, ecología, regeneración y mortalidad, proporcionará valiosos datos adicionales.

7.4 Bosques secundarios y productos forestales no madereros

Aunque el planteamiento científico en la ordenación del bosque natural para la producción de madera es relativamente reciente y de escala limitada, existen otros modelos de sistemas de ordenación tradicionales, en particular la utilización y ordenación de árboles maderables, que pueden incorporarse en un amplio sistema de conservación de recursos genéticos. Los bosques secundarios están ahora ampliamente extendidos en áreas de la Amazonia recientemente establecidas y, a pesar de que se contemplan frecuentemente como ejemplos del abandono de tierras que sigue a la agricultura migratoria o a la degradación de los pastos, de hecho, son explotados y administrados por una serie de comunidades rurales (Dubois 1990). Algunos de estos bosques contienen una gran proporción de especies de interés económico, no obstante las cortas por entresaca de áreas accesibles a lo largo de ríos y arroyos que han agotado gravemente las poblaciones, con posibles efectos de degradación genética. Dubois (1990) propone sistemas de plantaciones complementarias, combinados con la ordenación de la regeneración natural para intensificar la productividad de una serie de especies arbóreas, en asociación con otras masas, en sistemas agrosilvícolas dominados por la vegetación perenne. Dedicando la atención apropiada a las fuentes de semillas y a las prácticas de ordenación, estos sistemas podrían contribuir a la conservación *in situ*, así como al mantenimiento de la cubierta forestal y al sustento de la población local.

Indudablemente, la ordenación forestal con más raigambre histórica en la región Amazónica es la practicada por las comunidades indígenas, al aprovechar principalmente productos forestales no madereros (PFNM). Los grupos de indios y "caboclos" (habitantes de los llanos aluviales, de origen mestizo) tienen un conocimiento detallado de los recursos forestales de los que dependen para su supervivencia (Parker *et al* 1983; Anderson 1990). Las reservas indígenas pueden contribuir a la conservación *in situ* de algunas especies madereras pero, además, el conocimiento de las prácticas tradicionales locales de aprovechamiento de PFNM se podría incorporar a los sistemas de ordenación aplicados a los bosques nacionales y reservas extractivas, con la posibilidad de conservar una base más amplia de diversidad específica en los sistemas de producción.

7.5 Información, investigación y coordinación

La asignación de prioridades y la coordinación de las investigaciones son esenciales para concentrar los recursos donde sean más necesarios, en cuanto a las áreas que hayan de ser ordenadas de forma productiva y en los centros de diversidad y endemismos más amenazados. Por esta razón, la asociación de reservas biológicas y estaciones ecológicas con los nuevos bosques nacionales, junto con la investigación sobre aspectos de ecología, fenología y dinámica del bosque, importantes para los objetivos silvícolas y de conservación, que habrán de realizarse antes de preparar los planes de ordenación y la explotación efectiva, muy probablemente servirá de apoyo a los esfuerzos para la conservación *in situ*. Un ejemplo de esta estrategia es el reciente asentamiento de una reserva biológica para investigación científica llevada a cabo por el Museu Goeldi, Belem, asociado con el bosque nacional de Caxiuaná.

Igualmente, es importante el establecimiento de bancos de datos informatizados eficientes, para facilitar el almacenamiento y recuperación de información sobre la distribución de especies, con datos medioambientales y de otro tipo referentes a la naturaleza y uso futuro del material genético. Dentro del Brasil, aunque fuera de la región Amazónica, existe un buen ejemplo en el programa

cooperativo para el "Projeto Nordeste" propuesto con objeto de realizar un inventario de especies botánicas, en nueve estados del nordeste del Brasil. Se espera que en esta labor colaboren en diez o más herbarios brasileños, centros de investigación y universidades, con la participación de los Jardines Botánicos Reales de Kew, Reino Unido, y que la base de datos sobre biodiversidad constituya un vínculo de coordinación. Este mismo principio deberá permitir la elaboración progresiva de los datos necesarios para la planificación de la conservación *in situ* de los recursos genéticos en la región del Amazonas. Tal como se ha recomendado, estos mecanismos de coordinación pueden facilitar la participación de los principales centros brasileños con capacidad científica de fuera de la región, como las Universidades de Sao Paulo y Rio de Janeiro (Daly y Prance 1989).

Los recursos humanos capacitados son la premisa más esencial para recoger e interpretar los datos necesarios para unos programas de conservación *in situ* eficientes y coordinados. Dado el interés científico intrínseco de la región Amazónica, es posible atraer importantes recursos técnicos y fondos para financiar expediciones e inventarios hacia esta región, que habrán de ser realizados en colaboración con científicos brasileños. Por ejemplo, la investigación que se realizó en 1987-88 en la Estación Ecológica de Maracá, Roraima, que comprendía bosques pluviales y sabanas, por invitación de la Secretaría Brasileña del Medio Ambiente, movilizó un equipo de 148 científicos y 55 técnicos que dio como resultado la recogida de datos referentes a muchas especies nuevas y la recopilación del estudio más exhaustivo que se hubiera realizado hasta la fecha en una zona forestal de la región Amazónica del Norte (Hemming 1989). Estos planes de colaboración ofrecen también oportunidades para una mayor capacitación de los científicos del país, mediante la asociación directa sobre el terreno con otros especialistas y mediante estudios de posgrado que se ofrecían dentro de los programas.

Para asegurar el uso más eficaz posible de los recursos disponibles, entraña suma importancia el concentrar el interés institucional en la selección de las áreas y los temas de investigación en colaboración. Esta coordinación central será asimismo de máxima importancia para el éxito de la estrategia general para la conservación *in situ* de los recursos genéticos forestales en la subregión, habida cuenta de la superficie geográfica tan extensa que abarca la región Amazónica brasileña, que comprende varios estados, y del número de instituciones de investigación y otras organizaciones que podrían participar provechosamente.

8. INDIA: LOS BOSQUES DEL GHAT OCCIDENTAL, KARNATAKA

8.1 Política nacional

Durante más de 100 años, en el subcontinente indio se ha practicado la reserva y ordenación de los bosques, mediante planes de trabajo detallados basados en la elaboración de inventarios y en datos de producción, así como en las investigaciones.

El concepto de áreas protegidas en la India se remonta incluso más atrás del siglo IV a.C. por lo menos, cuando se propuso el establecimiento de las Abhayaranyas (reservas forestales) (Singh 1985). Sin embargo, en tiempos recientes, desde el establecimiento de la actual red de reservas forestales la población humana se ha más que triplicado y la ganadería ha crecido 2,5 veces (Shyamsunder y Parameswarappa 1987; en UICN 1991b). El país contiene ahora alrededor del 15 por ciento de la población humana total, con un crecimiento del 2 por ciento anual aproximadamente y se espera que alcance 1 400 millones de habitantes hacia el año 2025 (VRI 1990). Debido a las presiones del aumento demográfico y la necesidad de desarrollo económico, particularmente durante el período de 1950 a 1980, la India ha perdido grandes superficies de bosque tropical. En 1952 la Política Nacional Forestal revisada dispuso que se reservara a bosque un tercio de la superficie total de tierras, objetivo que se ha mantenido en la revisión de la Política realizada en 1988, en la cual se reforzaba la atención creciente prestada al papel de los árboles en los sistemas de aprovechamiento de la tierra dentro y fuera de las reservas forestales. Mientras en las primeras políticas y programas

se había hecho hincapié en satisfacer las necesidades de materias primas para las industrias madereras, la política de 1988 dio prioridad a la conservación del medio ambiente y a las necesidades de las poblaciones locales. En los programas tanto del gobierno nacional como de los gobiernos estatales pasó a ser una medida prioritaria la mejora de la utilización de grandes superficies de tierras degradadas, resultantes de pasadas deforestaciones y aprovechamientos inadecuados. En 1985, la creación del Consejo Nacional para el Desarrollo de Tierras Baldías constituyó un núcleo central de coordinación para el programa de reforestación masiva (que abarcó aproximadamente 9 millones de hectáreas durante el 7º Plan Quinquenal) para el desarrollo de suministro de leña y forraje. Mediante la reorganización de la investigación y la capacitación forestales, se puso más atención sobre los aspectos sociales y comunitarios de los bosques y la reforestación, de acuerdo con la Política Forestal revisada. Al mismo tiempo, se redujo sustancialmente el ritmo de la deforestación y se intensificaron los esfuerzos de conservación.

La protección de la vida silvestre tiene también una larga tradición en la India y hacia 1988 había 65 parques nacionales y 407 santuarios de vida silvestre que ocupaban un área aproximada de 131 800 km², es decir, el 4,4 por ciento de la superficie total de tierras (UICN 1991b), a pesar de que una importante proporción de ellos no había alcanzado todavía un estatuto jurídico completo. La red de 16 reservas de tigres, con una extensión de 26 000 km², incluidas grandes áreas de bosque tropical húmedo, ha sido reconocida internacionalmente como uno de los mayores éxitos en el campo de la conservación. No obstante, persisten aún algunos problemas importantes para asegurar una red nacional suficiente de áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad y los recursos genéticos. Para completar estas áreas será necesario poner un interés especial en la protección y ordenación de los ecosistemas, las especies y los recursos genéticos fuera de la red de áreas protegidas y, particularmente, dentro de las reservas forestales, cuidando al mismo tiempo de no ahondar más en los conflictos que ya existen con las necesidades de leña, pastos y otros productos forestales, de las poblaciones locales que rodean estas reservas y áreas protegidas. Entre las áreas más importantes que merecen una atención más especial a este respecto, están los bosques tropicales pluviales supervivientes, confinados en las islas de Anadaman y Nicobar, en zonas de los estados nordorientales y en los bosques del Ghat occidental del sur de la India.

8.2 Los bosques del Ghat occidental

Los bosques del Ghat occidental ocupan el dominio de las altas colinas que se extienden a lo largo de cerca de 1 600 km, desde el punto más al sur de la India hasta la costa oeste, 21°N., aproximadamente. Dentro de ellos se han reconocido tres regiones principales (Pascal 1982) ocupando las superficies mayores y mejor conservadas del bosque original la región central, dentro del estado de Karnataka. Aquí las colinas poseen alturas que van desde los 700 hasta casi los 1 900 m s.n.m. Las precipitaciones varían a lo largo de tres gradientes: sur-norte, este-oeste (con una sombra marcada de lluvia sobre la banda oriental) y altitudinalmente. Los totales anuales muestran una gran variación, pero se concentran en unos pocos meses (p.ej., en Agumbe, la mayor parte de los 7 000 mm anuales se concentra en 128 días) con una estación seca que dura desde los 3 meses (en las cotas altas del sur) hasta los 8 meses, dependiendo de la localidad. Todos los ríos principales del sur de la India nacen en los Ghats occidentales y su importancia medioambiental fue la primera razón en las primeras delimitaciones, reservas y protecciones de las áreas más importantes de las reservas forestales de esta zona durante los pasados 120 años, desde los años setenta del siglo pasado.

A pesar del estatuto jurídico de reservas forestales y los esfuerzos de un Servicio Forestal del Estado eficiente, se perdieron grandes superficies a causa de embalses, minas y cultivos, incluido un considerable número de ocupación ilegal de terrenos. Cerca del 60 por ciento del bosque que queda está clasificado como degradado, gran parte de él gravemente, pero permanece todavía en el "corazón" una superficie importante de bosque perennifolio o semiperennifolio (Sinha 1988), de máxima importancia ecológica y de la que se puede sostener que merece un grado de prioridad igualmente elevado, en términos generales, que cualquier otro bosque tropical húmedo del mundo.

Los bosques del Ghat occidental están entre los bloques de bosques pluviales africanos e indomalayos y aislados de otras áreas vecinas de bosques pluviales. Aunque los niveles de diversidad biológica total son más bajos que los que están presentes en muchos otros bosques pluviales tropicales de Asia, son ricos en especies endémicas.

De las 15 000 plantas más altas que están registradas en la India, cerca de 4 000 especies se encuentran en los Ghats occidentales (el 5 por ciento de la superficie total de tierras) y de ellas, 1 800 son endémicas y se encuentran principalmente en los bosques de hoja perenne que quedan (UICN 1991b). Se incluyen aquí 130 especies arbóreas endémicas de los Ghats (Bor 1953) y seis mamíferos endémicos, entre ellos el macaco de cola de león (*Macaca silenus*), mientras que 84 de los 112 anfibios endémicos de la India se encuentran aquí (Inger y Dutta 1987). Respecto de los árboles y arbustos, la diversidad de especies y la variación intraespecífica, adaptadas al medio ambiente local, poseen claramente una gran importancia potencial. En ninguna otra parte del mundo se encuentran bosques pluviales de hoja perenne en estos climas estacionales (Rai y Proctor 1986), y las adaptaciones de las poblaciones vegetales a las condiciones climáticas, en particular muchos árboles maderables valiosos, puede que sean aún más apreciables en el contexto de un posible cambio climático.

Entre las maderas más valiosas de importancia internacional están *Dalbergia latifolia* (palisandro de la India), *Calophyllum inophyllum*, *Pterocarpus marsupium*, *Tectona grandis*, *Terminalia crenulata*, *T. paniculata* y otras especies útiles para muebles, puertas, ventanas, construcción de interiores y otras aplicaciones de gran valor. Muchas más son de gran importancia local para construcción de casas, puentes, carros, utensilios agrícolas y del hogar, etc. Como resultado de una sobreexplotación y particularmente, cortas ilegales de madera, pastoreo abusivo, fuegos, usurpaciones por parte de agricultores y otras presiones ejercidas por las poblaciones en crecimiento, el área efectiva y la regeneración de los bosques han sufrido una grave reducción. En las áreas limítrofes hay casi más ganado que gente y se estima que al menos el 10 por ciento depende del pastoreo libre en el bosque. Mientras en el pasado esto se ha regulado, dentro de los límites permisibles, tal control se ha hecho imposible a causa del elevado número en cuestión (UICN 1991b). Probablemente, como resultado de estas presiones, el efecto de la reducción y eliminación local de la regeneración sobre los recursos genéticos de las poblaciones arbóreas sea cada vez más grave.

8.3 Estrategia para el desarrollo integrado y la conservación

A pesar de que durante más de 100 años una política clara, una legislación correcta y un Servicio Forestal eficiente ha logrado proteger las reservas forestales, resultó evidente que la regeneración efectiva y su supervivencia a largo plazo estaban cada vez más amenazadas. Si bien se esperaba que los programas intensivos de reforestación mitigaran las presiones, era preciso aplicar medidas más rigurosas para conservar los ecosistemas naturales y sus excepcionales recursos genéticos. En 1988, el Departamento Forestal del Estado de Karnataka elaboró la propuesta de un proyecto de Desarrollo Integrado de los Bosques en los Ghats Occidentales para tratar de reconciliar satisfactoriamente las principales demandas conflictivas a las que estaban sometidos los bosques, en particular la necesidad primordial de conservar los ecosistemas y los recursos genéticos. El elemento central de esta estrategia era el reconocimiento de tres conjuntos de objetivos de ordenación, principalmente ecológicos, económicos y sociales ("necesidades locales"). La conservación de los recursos genéticos de las especies arbóreas y arbustivas está relacionada de diferentes formas y en grados diferentes con los tres grupos de objetivos. Sin embargo, las operaciones efectivas necesarias para lograr la conservación variarán desde la protección estricta, que comportará la exclusión de cualquier otra actividad humana, hasta programas agrosilvícolas. El concepto incluye un planteamiento multidisciplinar y el reconocimiento de que la población local, responsable en gran parte de la presión biótica sobre el bosque, debe participar en la planificación, la ordenación y la protección de los recursos forestales. El medio para conseguir reconciliar los objetivos de desarrollo y conservación

es el sistema de Planificación y Ordenación Conjunta Forestal (POCF), que proviene de las prácticas que está elaborando el Departamento Forestal de Karnataka (DFK).

Los dos elementos esenciales son:

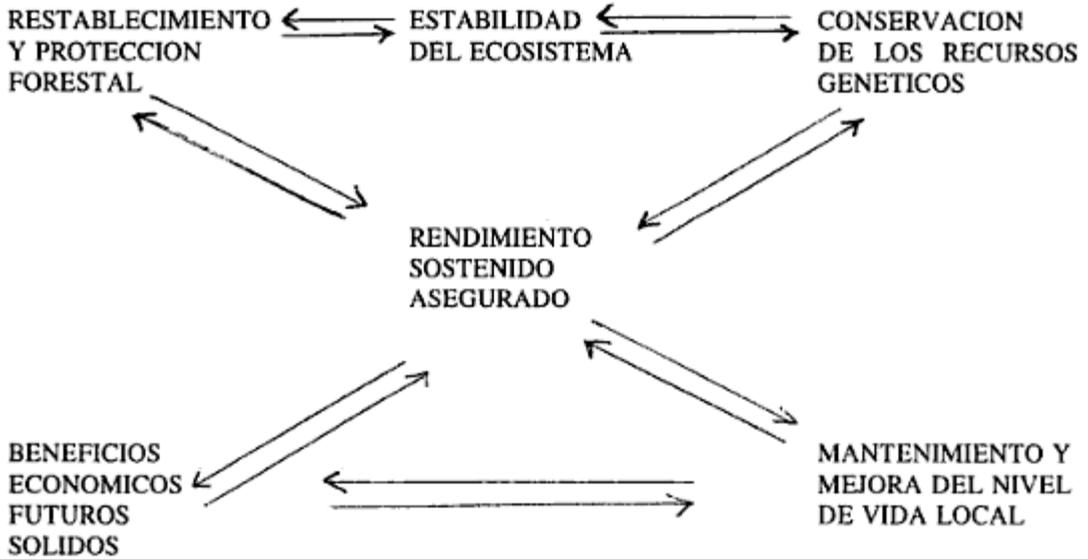
- a) Planificación Conjunta - un proceso consultivo por el que el DFK y la población local examinan juntos la condición ecológica y medioambiental de una determinada área del bosque y posibilidades de que satisfaga las necesidades específicas.
- b) Ordenación Conjunta - para determinadas áreas, donde el DFK y los usuarios del bosque lleguen a un acuerdo sobre la división de las responsabilidades en la ordenación y los procedimientos. Las disposiciones precisas variarán de un área específica a otra y, donde sea apropiado, la ordenación conjunta podrá aplicarse a todas las categorías de árboles y otros vegetales presentes o sólo a algunas de ellas.

Un elemento clave es la división del bosque en cuatro zonas, con una zona adicional que comprenda un área inmediatamente fuera de la reserva forestal que será objeto de ordenación conjunta para satisfacer las necesidades de los pueblos contiguos. Dentro de ésta, una zona fronteriza de bosque, que también será sometida a ordenación conjunta con la población local, servirá para objetivos análogos. La ordenación de la parte principal del bosque tendrá por objeto la producción de madera y otros productos; será dividida en dos zonas, dependiendo de si existen o no poblaciones que vivan en el bosque. Por último, el "corazón" se reserva estrictamente para objetivos de conservación. Un aspecto importante de la ordenación, en todas las áreas donde se actúa con responsabilidades conjuntas, es la preparación de acuerdos contractuales forestales, en consonancia con planes específicos de micronivel. La propiedad y la responsabilidad estatutaria de la ordenación sobre la totalidad de la reserva forestal corresponde al DFK, incluso donde la responsabilidad de gestión pueda estar compartida por acuerdo contractual.

Los planes de trabajo futuros para la ordenación del bosque se prepararán por zonas. En el "corazón" el plan estará orientado a la investigación, relacionada con la autoecología y las relaciones entre especies, y con estudios que sirvan de "control" por comparación con los estudios de regeneración, crecimiento y rendimiento de las zonas de producción, que estarán concebidos para recoger los datos necesarios para las actividades de ordenación, silvícolas y de explotación.

La armonización satisfactoria de los diferentes objetivos e intereses depende no sólo del proceso de planificación y ordenación conjunta, sino también de la incorporación de la nueva información que se recoja en el curso del proyecto dentro del proceso de ordenación, con miras a un mejor conocimiento de las relaciones ecológicas y socioeconómicas; y también de la obtención y distribución de beneficios procedentes de la mejora en la ordenación de los recursos. Además de este estudio biológico directamente relacionado con la conservación y ordenación de los recursos genéticos del bosque, se requiere también un estudio sobre aspectos sociales y económicos y la incorporación de los aspectos de capacitación del personal y de enseñanza en el programa.

A continuación se ilustra la relación conceptual entre los objetivos de satisfacer las necesidades de la población local, restablecer y mantener la productividad de los recursos forestales y conservar la diversidad genética y los recursos genéticos generales.



Un aspecto importante de la estrategia será la recopilación eficaz de datos, su manejo y análisis utilizando la capacidad reforzada de los SIG, bases de datos taxonómicas y, cuando proceda, elaborando modelos de crecimiento, rendimiento y otros elementos del sistema de producción. Donde a causa de la grave reducción de la regeneración dentro de los bosques y la necesidad de restablecer poblaciones viables se planifique el desarrollo de plantaciones complementarias y de relleno de calveros, se necesitará una selección y documentación cuidadosas de las fuentes de semilla para proteger la integridad genética de las poblaciones locales. En algunas circunstancias, particularmente en las zonas más exteriores, puede ser oportuno utilizar especies exóticas incapaces de hibridarse con las poblaciones nativas. Sin embargo, se cuenta con importantes oportunidades de reforzar *in situ* la conservación de los recursos genéticos del bosque original mediante la regeneración artificial reuniendo a las fuentes locales de semilla. Para algunas especies, la estrategia puede incluir también aspectos de conservación *ex situ*, posiblemente asociados con el Jardín Botánico de Trivandrum en el vecino Estado de Kerala, que ha emprendido un nuevo programa de conservación de plantas raras y endémicas procedentes de centros de endemismos seleccionados dentro de los Ghats occidentales.

Apéndice 1

METODOLOGIA DE UN ESTUDIO SOBRE LA BIOLOGIA DE REPRODUCCION Y LA GENETICA DE *CORDIA ALLIODORA* (R y P) OKEN

David Boshier¹

1. Introducción

Para poder adoptar decisiones correctas en materia de conservación genética y favorecer los progresos en la mejora genética a largo plazo, se requieren conocimientos detallados de la taxonomía, estructura de la población, biología reproductiva, sistemas de fecundación, etc. de las especies afectadas. Se dispone de poca información sobre muchas especies arbóreas de los bosques tropicales, y quienes se ocupan de los planes de ordenación se enfrentan a menudo con problemas para elaborar estrategias eficaces. Por ejemplo, las cuestiones a las que hay que dar respuesta son: ¿están muy emparentados entre sí los árboles de las masas naturales y existe endogamia?; ¿en caso de existir, cuál es el mecanismo de incompatibilidad que evita la endogamia?; ¿qué agentes realizan la polinización y cómo afectan al flujo de genes y al tamaño de la población?; ¿cuál es el grado aceptable de endogamia?

En el estudio monográfico que presentamos aquí se describe la metodología utilizada en la investigación en curso que se ha llevado a cabo para una determinada especie - *Cordia alliodora*. No se pretende que la metodología descrita aquí se utilice como receta para el estudio de cualquier especie arbórea tropical, sino que pueda proporcionar ideas sobre cómo plantear el problema. Las técnicas que se apliquen dependerán siempre del tipo de árbol, su distribución, tamaño de las flores, polinizadores, etc. El trabajo previo por lo que respecta a *C. alliodora*, importante para el estudio, es por lo general de naturaleza preliminar pero proporciona información útil.

La *C. alliodora* es un importante árbol neotropical, en el que se combinan una madera de alta calidad y valor con un crecimiento rápido en suelos de buenas características. Se utiliza de forma extensiva en su dominio natural y su copa poco espesa y su peculiaridad de autopoda le hacen particularmente idóneo para su uso en varios sistemas agrosilvícolas, proporcionando madera valiosa e ingresos económicos a los pequeños agricultores. La especie tiene una amplia distribución, ya que su hábitat se extiende desde el norte de México, a través de América Central y del Sur, hasta Bolivia, Paraguay, el sur del Brasil y el norte de la Argentina. En el Paraguay, norte de la Argentina y partes del sur del Brasil la íntimamente emparentada *C. trichotoma* (clasificada también como la *C. alliodora* var. *tomentosa*), predomina sobre la *C. alliodora* (Gibbs y Taroda 1983). *C. alliodora* se encuentra en la mayor parte de las islas del Caribe, desde Cuba a Trinidad, pero es casi seguro que no es nativa en Jamaica. A largo de esta extensión geográfica, la especie aparece en una amplia gama de condiciones ecológicas que varían desde las muy húmedas (de hasta los 6 000 mm al año) hasta las estacionalmente secas (de hasta sólo 600 mm al año); y desde el nivel del mar hasta una altura de 1 200 m s.n.m. en América Central y 2 000 m s.n.m. en latitudes más bajas en Colombia. En las regiones de tierras bajas húmedas tropicales es generalmente un árbol alto, delgado, de copa poco espesa, que alcanza alturas superiores a los 40 m y un diámetro normal de hasta 1 m en los árboles maduros, a pesar de que es más frecuente en torno a los 50 cm de diámetro. En zonas estacionalmente secas es más pequeño y peor formado, alcanzando raramente más de 20 m de altura.

El objetivo general del presente estudio era lograr un conocimiento de la biología de la reproducción de *C. alliodora* que proporcionara una base adecuada para tomar acertadas decisiones a largo plazo sobre la conservación *in situ/ex situ* y la mejora de la especie.

¹ Oxford Forestry Institute, South Parks Road, Oxford, OX1 3RB, UK.

Los objetivos específicos eran:

- 1) estudiar con detalle la fenología de la floración;
- 2) determinar el tipo de polinización y los posibles sistemas de incompatibilidad;
- 3) estudiar el sistema de fecundación, el flujo genético y el área de influencia que se encuentra en las masas naturales.

2. Floración y fenología de las semillas

Las flores son hermafroditas, no especializadas, de cerca de 1 cm de longitud y aparecen en largos panículos. El tamaño de los panículos varía, desde unas pocas 50 flores hasta las 2 000. Los pétalos son blancos y persistentes, se vuelven pardos y actúan como paracaídas en la dispersión por el viento de las semillas. El objetivo de esta primera fase del estudio fenológico fue detectar cualquier pauta de floración que pudiera existir en el árbol, ramas e inflorescencias y proporcionar datos sobre la duración de los períodos de floración y fructificación y la proporción de semillas que alcanzan la maduración. Es importante conocer cómo florece un árbol y cómo podría esto influir en los movimientos de los polinizadores. Por ejemplo: una apertura secuencial de las flores de arriba abajo de la copa puede significar que las primeras flores se polinizan por un grupo de polinizadores y las más tardías por un grupo completamente diferente. Por el contrario, una floración al azar dentro de la copa podría estimular un movimiento mayor de los polinizadores entre panículos y árboles diferentes.

2.1 Dentro de las inflorescencias: se identificaron grupos particulares de flores y se observaba el estado de la floración cada tres días, desde la aparición de la flor hasta la caída de la semilla. La clasificación de los estadios de la floración se basó en Mendoza (1965), distinguiéndose:

- 1 - comienzo de la formación de yemas florales
- 2 - las distintas yemas florales son visibles pero no están abiertas
- 3 - las distintas yemas florales llenas
- 4 - emergen pétalos blancos de las yemas florales sin abrir
- 5a- se abren los pétalos, estigma receptivo
- 5b- pétalos aún blancos, estigma marchito
- 6 - los pétalos se vuelven pardos
- 7 - el embrión comienza a hincharse.

Fue posible observar así en qué estado de la floración ocurrían la mayor parte de las pérdidas, la duración de cada etapa, cualquier modelo secuencial de la floración o las pérdidas dentro de un panículo y el efecto que podrían tener ciertas condiciones climatológicas sobre la floración y la fructificación.

2.2 En ramas y árboles: se observaron periódicamente, desde la floración hasta la producción de semilla, inflorescencias o ramas individuales en un cierto número de ramas o árboles. Se utilizaron las mismas categorías de floración que en 2.1 (las categorías 5a y 5b se combinaron) y cada panículo o rama se clasificó según la categoría predominante de las flores.

2.3 En las poblaciones: la fenología de la floración dentro de una población de árboles de la misma especie es de importancia fundamental para conocer el flujo genético, la estructura genética y la producción de semilla, y existen todavía pocos estudios de especies arbóreas tropicales concretas basadas en grandes muestras. Igualmente, pocos estudios se han centrado en la floración de una misma población durante más de un año. Es importante conocer la periodicidad de la floración en las especies y cómo una determinada especie florece con respecto a otra de año en año. Por ejemplo, a causa de la asincronía de la floración, dos árboles adyacentes pueden ser incapaces de fecundarse, y

éste puede ser el caso en un año pero no en el siguiente. Igualmente, algunos árboles pueden llevar gran cantidad de flores un año y ser totalmente estériles el siguiente.

Para observar la floración en las poblaciones naturales, se cartografiaron y etiquetaron todos los árboles (216) en edad o tamaño de florecer, en una parcela de 26 hectáreas, alrededor de tres árboles seleccionados de *C. alliodora*, hasta un radio de 500 m aproximadamente. El rodal, que se utilizó también para el estudio del sistema de fecundación y el flujo genético (ver 5), fue elegido teniendo en cuenta varios factores: (a) la presencia de árboles "excepcionales" elegidos que pueda proporcionar información directa sobre el grado de diversidad muestreado al recoger semilla procedente de polinización abierta de estos árboles, que forman parte de una población de mejora (Boshier y Mesen, 1989); (b) la posibilidad de definir fácilmente una población al existir una interrupción natural entre los árboles estudiados y los árboles más próximos de la misma especie; (c) facilidad de acceso para permitir visitas frecuentes.

Se observaba cada tres días la copa de cada árbol para determinar el comienzo, el punto máximo y el final de la floración y el porcentaje sobre el total del número de flores abiertas en esa fecha. Se hicieron también evaluaciones subjetivas de la flor (escala de 0-5) y de la producción de semilla (escala de 0-3). Las mismas observaciones se hicieron durante tres épocas de floración sucesivas (enero-abril) para estudiar la variación de año en año. Se calculó un índice para la sincronía de la floración para el rodal entero y también para los árboles "excepcionales" en relación con los árboles de alrededor (Augsberger, 1983). Para observar el efecto que la subestructura de la población puede tener sobre la sincronía de la floración en cada árbol y en el rodal, el índice se volvió a calcular basándose en el tamaño creciente de la población a partir de un árbol base (un árbol "excepcional"). Se hicieron otras dos mediciones de la sincronía de la población: (1) sincronía en el primer día de la floración, calculada como una desviación típica alrededor de la media de ese día; y (2) sincronía del día de floración correspondiente a la mediana, calculada como una desviación típica alrededor de la media del día de floración correspondiente a la mediana. Se realizaron observaciones fenológicas análogas durante una época de floración en la región del Pacífico con estación seca para poder comparar la floración bajo climas diferentes.

2.4 Entre poblaciones

Gran parte de la información sobre la fenología general de una especie se puede lograr a partir del examen de los especímenes de un herbario. Incluso para especies para las que no existen colecciones completas disponibles, el estudio de los especímenes existentes puede revelar mucho acerca de su fenología, distribución y las regiones en las que la especie pueda aparecer con probabilidad. Se estudiaron las colecciones de herbarios de *C. alliodora* y *C. trichotoma* se estudiaron, y se anotaron todos los detalles de los especímenes etiquetados, así como de su estado de floración. Fue posible clasificar especímenes bien conservados en una de las categorías de floración utilizadas en 2.2. El aprovechamiento de la información de la base de datos BRAHMS sobre el herbario de la OFI (Filer, 1991), permite cartografiar la distribución de las especies, así como estudiar la variación total durante el tiempo de floración sobre esta gama.

3. Sistema de fecundación

Muchas especies de *Cordia* son heterostilos; en realidad, hubo un caso en que no reconocer esta circunstancia llevó originalmente a clasificar una sola especie en dos (*C. thaisiana* y *C. apurensis*, Agostini, 1983). Gibbs y Taroda (1983) estudiaron el complejo *C. alliodora-C. trichotoma* basados en especímenes de herbario de América del Sur y distinguieron las dos especies según el modelo de diferencias de estilos. En *C. alliodora* la diferencia de estilos parece no existir ya, a pesar de que se registra alguna variación en sus longitudes. Opler *et al* (1975) estudiaron la biología de la polinización de unas cuantas especies de *Cordia* y observaron diferentes grados de autoincompatibilidad en los árboles de *C. alliodora* que muestrearon.

Se combinó el trabajo de campo con el de microscopio para estudiar los modelos de estilo, dentro y entre familias y su relación con el mecanismo de incompatibilidad. En inflorescencias recién cortadas, procedentes de un ensayo de progenie con polinización abierta, las flores eran emasculadas al abrirse y antes de que apareciera la dehiscencia de las anteras. Se llevaron a cabo polinizaciones cruzadas, autopolinizaciones y polinizaciones próximas controladas entre semifratias y se fijaron las flores en diferentes tiempos después de la polinización para poder estudiar el desarrollo del tubo polínico sobre el estigma y a través del estilo.

Se realizaron los mismos cruzamientos controlados en el campo para permitir la comparación con los resultados del estudio microscópico, comprobando que los cruzamientos juzgados compatibles producan semilla y los incompatibles dejaban de hacerlo. Las flores de cualquier panículo se abren durante un período de 4 a 6 días. Se contó el número de semillas producidas por cruzamiento y las flores vacías para comparar la fertilidad de los cruzamientos emparentados y no emparentados. Se utilizó semilla para montar un ensayo de vivero con objeto de observar los efectos de la endogamia en los crecimientos iniciales. También se llevaron a cabo polinizaciones controladas en el campo para estudiar la duración de la receptividad del estigma y excluir cualquier posibilidad de partenocarpos. Se pudo observar que en la zona seca el estigma era receptivo durante un sólo día, al final del cual se marchitaba, mientras que en la zona húmeda el estigma podría ser receptivo hasta tres días, poniendo de relieve la importancia de la precaución que hay que tener al extrapolar los resultados de una región a otra climatológicamente diferente.

4. Polinizadores

Opler *et al* (1975) observaron los polinizadores potenciales y concluyeron que las mariposas noctuidas y geométridas y las abejas antotoridas eran los polinizadores más probables. Su trabajo, sin embargo, se limitaba a la región árida de Guanacaste, en Costa Rica, y es probable que en las regiones de tierras bajas húmedas sean importantes otros polinizadores. Al ser muchos de los insectos estacionales, probablemente diferentes insectos actúan como polinizadores en diversos momentos de una época de floración prolongada. Se hicieron recolecciones de insectos que visitaban las flores durante el día y la noche en varios momentos de la época de floración. Los insectos se disecaron, se identificó el género y se almacenaron para utilizarlos en el futuro como colección de referencia. Se hicieron observaciones en varias ocasiones del número y tipo de insectos que visitaban las flores, para ver cuáles eran los más importantes. También se podrían realizar otros estudios como los de la eficacia de diferentes polinizadores al depositar el polen sobre el estigma, o el marcado y nueva captura para comprobar la fidelidad a la fuente alimenticia (Frankie *et al* 1976).

Se recolectaron flores procedentes de un cierto número de árboles y se fijaron en diferentes momentos del día siguiente a la anthesis (al amanecer, a mediodía y al crepúsculo). La observación microscópica de estas flores para determinar la cantidad de polen sobre el estigma y el crecimiento del tubo polínico, puede aportar datos para establecer el tiempo de polinización y la importancia relativa de ciertos polinizadores. Se hicieron recolecciones análogas en la región del Pacífico para comparar la polinización de la especie en diferentes climas.

Es importante estudiar la variación del flujo de néctar con el tiempo, ya que ello puede proporcionar las claves para saber qué vectores son activos en la polinización y cuándo. Se debe estudiar una cierta cantidad de árboles, ya que puede haber variación de árbol a árbol en el tiempo de producción, la cantidad y la calidad (concentración de azúcar). Incluso dentro de una inflorescencia pueden existir pautas de producción de néctar que tiendan a mover en ciertas direcciones a los polinizadores. Para caracterizar la disponibilidad de recompensas para los polinizadores, se estudió la variación del néctar en un cierto número de árboles a intervalos durante un período de tres días después de la apertura floral. Se repitió el proceso varias veces durante la época de floración.

5. Sistema de fecundación, flujo genético y área de influencia

Las isozimas se pueden utilizar como marcadores genéticos para recabar estimaciones del sistema de fecundación, flujo genético, área de influencia y paternidad. La interpretación de estos datos es más importante cuando se pueden combinar con observaciones de campo de la distribución espacial de los árboles y la fenología de la floración. Por esta razón, se eligió la misma población dentro de la cual se hizo el estudio de fenología, para estudiar el sistema de fecundación. Se recolectó semilla durante la estación de 1989 de los árboles que estaban alrededor de dos árboles "excepcionales"; durante 1990 y 1991 la semilla se recolectó de los árboles "excepcionales" para observar la variación de año en año de los porcentajes de cruzamiento externo y la paternidad de estos dos árboles. Aunque se hubiera podido recoger suficiente semilla de un solo panículo, se recolectó de toda la copa para asegurar que la muestra no estuviera desviada por acontecimientos particulares en la polinización. Para observar la variación de la polinización dentro de un árbol, al mismo tiempo de hacer la recolección, la semilla de un árbol excepcional se dividió en tres lotes que representaban las partes superior, media e inferior de la copa. Se separó también en lotes la semilla procedente de tres panículos en una misma rama de dicho árbol.

Había en total 163 árboles dentro de un radio de 250 m alrededor de los árboles excepcionales, un número excesivamente grande para permitir que todos se pudieran estudiar con las isozimas. Por tanto, se seleccionó una muestra secundaria de 52 árboles basada en la distancia con respecto al árbol "excepcional" y a los datos fenológicos obtenidos durante el trabajo de campo (ver 2.3). Se eliminaron de la muestra los siguientes árboles : (a) los que no presentaban flores (36 árboles); (b) árboles que habían florecido completamente antes o después del árbol "excepcional" (5); (c) árboles clasificados como categoría 1 por la cantidad de su floración (p.ej., 6 panículos o menos) (12); (d) árboles en los cuales se observó una sincronía en su floración menor de 6 días (13); (e) árboles con floración escasa (categoría 2) (21); (f) árboles de la categoría 3 por floración y separados más de 200 m del árbol "excepcional" (24). Para ayudar a determinar la paternidad en las series de la progenie de árboles específicos, se asignaron genotipos a árboles no muestreados estudiando el material foliar. Se recogió el material foliar y se congeló inmediatamente en el campo con nitrógeno líquido.

Para completar las estimaciones del flujo polínico a partir del trabajo con isozimas y permitir la estimación del tamaño y el área de influencia, se estudió la dispersión de las semillas en 4 árboles de la misma población utilizada para los estudios fenológicos y de isozimas. Se utilizó un colorante fluorescente UV para pulverizar la semilla sobre el dosel de copas y permitir así trazar la distancia de la dispersión entre árboles. La semilla se recogió en trampas de 1 m², colocadas a intervalos a lo largo de transeptos trazados en la misma dirección y en dirección inversa a la de los vientos dominantes. El colorante era todavía fácilmente visible en la semilla después de 6 semanas y probablemente persistirá por más tiempo.

6. Variación entre poblaciones

Hay dos métodos complementarios para estudiar la variación genética entre poblaciones. El primero, el ensayo de procedencias, se emplea generalmente en el campo forestal y se estudian los rendimientos en condiciones medioambientales uniformes, en uno o más lugares plantados con árboles que han nacido de la semilla recolectada en diferentes poblaciones. Los rasgos estudiados son generalmente de naturaleza constantemente variable y la variación observada se divide en componentes genéticos y medioambientales. La variación de las procedencias para *Cordia alliodora* se ha estudiado en un ensayo internacional coordinado por el Oxford Forestry Institute basado en colecciones formadas a finales de los años setenta principalmente en Centroamérica, con la asistencia de la FAO y la ODA (Stead, 1980). En un amplio conjunto de zonas, las procedencias de la región atlántica húmeda de Centroamérica, y en particular las de Honduras y Costa Rica, se observaron crecimientos y formas superiores a las de la región del Pacífico, incluso cuando crecían en áreas estacionales áridas

(McCarter 1988). Por tanto, el estudio sugería una diferenciación de ecotipos entre las poblaciones del Pacífico y del Atlántico, pero también indicaba que, dentro de estas amplias bandas, era mayor la variación dentro de las procedencias que entre ellas. Parece existir un gran potencial en la mejora genética mediante la selección de árboles individuales, ya que las evaluaciones muestran diferencias del 200 al 300 por ciento dentro de las procedencias entre el 10 por ciento de los mejores árboles y la media.

El segundo método consiste en estudiar la diversidad genética que aparece como una variación en las enzimas (y más recientemente en el DNA) para loci específicos de genes. El análisis de enzimas llevado a cabo anteriormente (5) mostró diferencias en el número de loci coloreados; y también la variabilidad dentro de los loci, entre la población estudiada y una población de una zona del Pacífico estudiada previamente. Estudios posteriores de la variación en isoenzimas en las colecciones originales de procedencias OFI de *C. alliodora*, que se llevaron a cabo en la Universidad de Massachusetts, Boston (EE.UU.), indican interesantes diferencias entre procedencias.

7. Número de cromosomas

Algunas veces, la observación de la variación de los cromosomas puede revelar más información sobre la variación dentro de especies emparentadas íntimamente y entre ellas, en términos de número y cantidades globales de DNA. Los dos informes existentes del número de cromosomas en *C. alliodora*: $n=15$ (Bawa 1973) y $2n=72$ (Britton 1951), difieren considerablemente. La posibilidad de una duplicación de genes para un cierto número de sistemas de enzimas en la población atlántica, sugiere también que se pueden obtener algunos beneficios de la observación del número de cromosomas para ver si existe una variación intraespecífica en esta característica y si esto comporta alguna relación con las diferencias entre procedencias del Pacífico y del Atlántico halladas en los ensayos internacionales.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por la Administración para el Desarrollo de Ultramar del Reino Unido (R4484 y R4724). El autor agradece a las siguientes personas: Ing. F. Mesen, CATIE; Ing. F. Lega, de Scott Paper, por haber facilitado el trabajo de campo en Costa Rica; al Dr. K.S.Bawa y el Sr. M.Chase, Univ. Mass., Boston, por su colaboración en el trabajo con isozimas y al Dr.G. Frankie, Univ. California, Berkeley, por su asesoramiento en entomología.

BIBLIOGRAFIA

- Adlard, P.G. Inventory for management. Report within the Forest Resources Management Project. OFI, Oxford (UK). (1990)
- Agostini, G. and Velasques, D. Notas sobre *Dordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). (1983) *Ernstia* 16: 14-15
- Alder, D. Natural forest increment, growth and yield. In: Forest Inventory Project, Seminar Proc. (Ed. J.L.G. Wong). Forestry Department, Accra (Ghana). (1989)
- Alder, D. "GAFOSIM": a projection system for natural forest growth and yield in Ghana. Consultant's report to the Ghana/UK Forest Resources Management Project. ODA, London (UK). (1990)
- Alegretti, M.H. Extractive reserves: an alternative for reconciling development and environmental conservation in Amazonia. In: Alternatives to Deforestation: Steps Toward the Sustainable Use of the Amazon Rain Forest (Ed. A.B. Anderson). Columbia University Press. New York (USA). (1990)
- Anderson, A.B. (Ed.) Alternatives to deforestation: steps the sustainable use of Amazon rain forest. Columbia University Press, New York (USA). (1990)
- Anderson, M.H. Extraction and forest management by rural inhabitants in the Amazon stuary. (1990) In: Alternatives to Deforestation: Steps Toward the Sustainable Use of Amazon Rain Forest (Ed. A.B. Anderson). Columbia University Press, New York (USA).
- Apanah, S. and Salleh, M.N. Natural regeneration and its implications for forest management in the dipterocarp forests of Peninsular Malaysia. In: Rain Forest Regeneration and Management (Eds. A Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France). (1990)
- Augsberger, C.K. Phenology, flowering synchrony and fruit set six neotropical shrubs. (1983) *Biotropica* 15(4): 257-267.
- Arnold, J.E.M. The long-term global demand for and supply of wood. In: Forestry Expansion: a Study of Technical, Economic and Ecological Factors. UK Forestry Commission, Edinburgh (UK). (1991)
- Asabere, P.K. Attempts at sustained yield management in the tropical high forests of Ghana. (1987) In: Natural Management of Tropical Moist Forests: Silvicultural and Management Prospects of Sustained Utilisation (Eds. F. Mergen and J.R. Vincent). Yale University, New Haven, Connecticut (USA).
- Ashton, P.S. Dipterocarpaceae. In: Flora Malesiana 9: 237-552. (1982)
- Ashton, P.S. Biosystematics of tropical forest plants: a problem of rare species. In: Plant Biosystematics (Ed. W.F. Grant). Academic Press, Toronto (Canada). (1984)

- Ashton, P.S. Conservation of genetic resources. *In*: The Case for Multiple-Use Management of Tropical Hardwood Forests. Study produced for the International Tropical Timber Organisation. ITTO, Yokohama (Japan). (1988)
- Barnes, R.D. and Gibson, G.S. (Eds). Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Proc. IUFRO Joint Working Parties S2.02.08, S2.03.01, S2.03.13. Mutare (Zimbabwe), April 1984. Oxford Forestry Institute, Oxford (UK). (1984)
- Bawa, K.S. Chromosome numbers of tree species of a lowland tropical community. *Journal of the Arnold Arboretum* 54(4):422-434. (1973)
- Bawa, K.S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution* 28:85-92. (1974)
- Bawa, K.S., Perry D.R. and Beach, J.H. Reproductive biology of tropical lowland rainforest trees (I): Sexual systems and incompatibility mechanisms. *American Journal of Botany* 72:331-45. (1985)
- Bawa, K.S., Ashton, P.S. and Salleh, M.N. Reproductive ecology of tropical forest plants: management issues. *In*: Reproductive ecology of tropical forest plants (Eds. K.S. Bawa and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France). (1990)
- Bawa, K.S. and Krugman, S.L. Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. *In*: Rain Forest Regeneration and Management (Eds. Gomez-Pompa *et al*). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France). (1991)
- Bor, N.S. Manual of Indian forest botany. Oxford University Press, London (UK). (1953)
- Boshier, D.H. and Mesen, J.F. Breeding population of *Cordia alliodora* in Costa Rica. *In*: Breeding Tropical Trees: Population Structure and Genetic Improvement Strategies in Clonal and Seedling Forestry. Proc. IUFRO Working Parties, Pattaya (Thailand), November 1988. (Eds. G.L. Gibson, A.R. Griffin and A.C. Matheson). Oxford Forestry Institute, Oxford (UK) and Winrock International, Arlington, V.A. (USA). (1989)
- Britton, D.M. Cytogenetic studies in the Boraginaceae. *Brittonia* 7: 233-266. (1951)
- Bullock, S.H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 17: 287-301. (1985)
- Carvalho, J.O.P. Manejo de regeneração natural de especies florestais. EMBRAPA-CAPTU, Belem (Brazil). (1984)
- Carvalho, J.O.P. *et al*. Manejo de florestas naturais do tropico umido com referencia especial a Floresta Nacional do Tapajos no estado do Pará. EMBRAPA-CPATU, Belem (Brazil). (1984)
- Carvalho, J.O.P. *et al*. Pesquisas com vistas ao manejo de matas nativas na região do Rio Jari. EMBRAPA-CPATU, Belem (Brazil). (1987)

- Catinot, R. Etudes sur les sytemes d'aménagement dans les forets tropicales mixtes d'Afrique francophone. Document prepared for the Forest Resources Division, FAO, Rome (Italy). (Unpublished; synthesised in FAO Forestry Paper No. 88, see FAO 1989b).
- Chachu, E.R.O. Allowable cut from the forests. In: Forest Inventory Project: Seminar Proceedings, March 1989 (Ed. J.L.G. Wong). Forestry Department, Accra (Ghana).
- Cochrane, T.T. and Sanchez, P.A. Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. In: Amazonia: Agriculture and Land Use Research (Ed. S. Hecht). CIAT, Cali (Colombia).
- Daly, D.C. and Prance, G.T. Brazilian Amazon. In: Floristic Inventory of Tropical Countries (Eds. D.G. Campbell and H.D. Hammond). New York Botanical Garden, New York, N.Y. (USA).
- Davis, F.W., Stoms, D.M. Estes, J.E. and Scean, J. An information systems approach to the preservation of biological diversity. *Int. J. of Geogr. Inf. Systems* 4(1): 55-78.
- Dawkins, H.C. The first century of tropical silviculture - successes forgotten and failures misunderstood. In: The Future of the Tropical Rain Forest (Ed. M.J. McDermott). Conference Proceedings. Oxford Forestry Institute, Oxford (UK).
- de Beer, J.H. and McDermott, M.J. The economic value of non-timber forest products in Southeast Asia. IUCN/WWF, Gland (Switzerland).
- de Graaf, N.R. Managing natural regeneration for sustained timber production in Suriname: the CELOS silvicultural and harvesting system. In: Rain Forest Regeneration and Management (Eds. A. Gomez-Pompa *et al*). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France).
- di Castri, F. and Younes, T. (Eds). Ecosystem function of biological diversity. *Biology International* No. 22. Special Issue. International Union of Biological Sciences, Paris (France).
- Dransfield, J. The conservation status of rattan in 1987: a cause for great concern. In: Recent Research on Rattans (Eds. A.N. Rao and I. Vongkaluang). Kasetsart University (Thailand) and the International Development and Research Centre, IDRC (Canada).
- Dubois, J.C.L. Secondary forests as a land-use resource in frontier zones of Amazonia. In: Alternatives fo Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest (Ed. A.B. Anderson). Columbia University Press, New York (USA).
- Dubois, J.C.L. The present status of research into management of the rain forests of Amazonian Brazil. In: Rain Forest Regeneration and Management (Eds. A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France).

- Dykstra, D.P. and Heinrich, R. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. *Unasylva* 43/2, No. 169:9-15. FAO, Roma (Italia).
- ECE/FAO. Tendencias y perspectivas de la madera en Europa para el año 2000 y más allá. Econ. Comm. for Europe/FAO Agric. and Timber Division. FAO/UN, Ginebra (Suiza).
- Falconer, J. The significance of forest resources in rural economies of southern Ghana: summary of a study on non-timber forest products. Forestry Dept., Accra (Ghana) and ODA, London (UK) (Unpublished).
- FAO. Metodología de la conservación de los recursos genéticos forestales. Informe sobre un estudio piloto. FO:MISC/75/8. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Los recursos forestales de la América Tropical. FAO/UNEP. Informe Técnico N° 1. UN 32/6 1301-78-04. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Ordenación forestal intensiva de usos múltiples en Kerala. Documento de Montes N° 53. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Ordenación forestal intensiva de usos múltiples en los trópicos. Análisis de estudios monográficos de la India, Africa, América Latina y el Caribe. Documento de Montes N° 55. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Programa de Acción Forestal en los Trópicos. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Recursos fitogenéticos: su conservación in situ para el uso humano. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Management of tropical moist forests in Africa. Forestry Paper No. 88. FAO, Rome (Italia). (Disponible en inglés, francés y portugués).
- FAO. Review of forest management systems in Tropical Asia. Forestry Paper No. 89. FAO, Rome (Italia). (Disponible en inglés, francés).
- FAO. Seguridad alimentaria familiar y silvicultura: análisis de los problemas socioeconómicos. FAO, Roma (Italia).
- FAO. Ordenación y conservación de los bosques densos de América Tropical. Forestry Paper No. 101. FAO, Roma (Italia)
- FAO. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo y Convenio. Marco sobre la Biodiversidad. Información sobre recursos genéticos forestales N° 20:2-3. FAO, Rome (Italy).

- FAO. (1992c) Notas de información sobre algunas cuestiones forestales 15, notas preparadas en dos páginas para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Rio de Janeiro (Brasil), junio de 1992. Departamento de Montes, FAO, Roma (Italia) (véanse en particular las notas siguientes: "Ordenación sostenible de los bosques tropicales, FAO/FORM, Febr. 1992; y "Los bosques como hábitat de la diversidad biológica y de la conservación de los recursos genéticos forestales", FAO/FORM Febr. 1992).
- Filer, D.L. (1991) "BRAHMS": Botanical Research and Herbarium Management System. Internal Information Note. Oxford Forestry Institute, Oxford (UK) (Unpublished).
- Frankel, O.H. (1970) Genetic conservation in perspective. In: Genetic Resources in Plants - their Exploration and Conservation (Eds. O.H. Frankel and E. Bennett). IBP Handbook No. 11. Blackwell, Oxford (UK).
- Frankel, O.H. (1981) Evolution in jeopardy; the role of nature reserves. In: Evolution and Speciation (Eds. W.R. Atchley and D. Woodruff). Cambridge University Press, Cambridge (UK).
- Frankie, G.W., Opler, P.A. and Bawa, K.S. (1976) Foraging behaviour of solitary bees: implications for outcrossing of a neotropical forest tree species. *J. Ecol.* 64: 1049-1057.
- Frimpong-Mensah, K. (1989) Requirement of the Timber Industry. Proc. Seminar on Forestry Inventory Project 29-30 March, 1989. Forestry Department, Accra (Ghana).
- Gent, J.R.P. (1929) Forestry in relation to agriculture in the Gold Coast and Ashanti. Paper No. VIII. Forestry Department, Accra (Ghana).
- Ghartey, K.K.F. (1989) Results of the Inventory. In: Forestry Inventory project: seminar proceeding (Ed. J.L.G. Wong). Forestry Department, Accra (Ghana).
- Ghartey, K.K.F. (1990) The evolution of forest management in the tropical high forest of Ghana. Paper presented to the Conference on the Conservation and Rational Utilization of the Closed Forest of Central and West Africa, Abidjan, 5-9 Nov., 1990. IUCN/African Development Bank/World Bank. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland).
- Gibbs, P.E. and Taroda, N. (1983) Heterostyly in the *Cordia alliodora* - *Cordia trichotoma* complex in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 6:1-10.
- Gibson, G.L., Griffin, A.R. and Matheson, A.C. (Eds). (1989) Breeding tropical trees: population structure and genetic improvement strategies in clonal and seedling forestry. Proc. IUFRO Working Parties S2.02.08, S2.02.09. Pattaya, Thailand, November 1988. Oxford Forestry Institute, Oxford (UK) and Winrock International, Arlington, V.A. (USA).
- Gilbert, L.E. (1980) Food web organisation and conservation of neotropical diversity. In: Conservation Biology (Eds. M.E. Soulé and B.A. Wilcox). Sinauer, Sunderland (USA).
- Gomez-Pompa, A., Whitmore, T.C. and Hadley, M. (Eds). (1991) Rain forest regeneration and management. Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France).

- Grut, M. (1989) Economics of managing the African rainforest. Paper presented at the 13th Commonwealth Forestry Conference, Sept. 1989, Rotorua (New Zealand). (Unpublished).
- Grut, M. (1990) Revenue and concession policy for the timber forest of West Africa. In: Rep. Seminar on Sustainable Development of Tropical Forests, Bali, May, 1990. PCF/(VII)/4. ITTO, Yokohama (Japan).
- Hall, J.B. and Swaine, M.D. (1981) Distribution and Ecology of vascular plants in a tropical rainforest. W. Junk Publishers, The Hague (Netherlands).
- Harris, L.D. (1984) The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. Univ. of Chicago Press, Chicago (USA).
- Hartshorn, G.S. (1989) Gap-phase dynamics and tropical tree species richness. In: Tropical Forests: Botanical Dynamics, Speciation and Diversity (Eds. L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen and H. Balslev). Academic Press, London (UK).
- Hawthorn, W. (1989) The flora and vegetation of Ghana's forests. In: Forest Inventory Project: Seminar Proceedings, March 1989 (Ed. J.L.G. Wong). Forestry Department, Accra (Ghana).
- Hawthorn, W. (1990a) Field guide to the forest trees of Ghana. National Resources Institute/Overseas Development Administration, London (UK).
- Hawthorn, W. (1990b) Forest regeneration after logging in Bia South GPR (Ghana). Report under the Forest Resources Management Project. Overseas Development Administration, London (UK) and Forestry Department, Accra (Ghana).
- Hawthorn, W. (1991) Protected forest areas in Ghana: interim notes. Forest Resources Management Project. Overseas Development Administration, London (UK) and Forestry Department, Accra (Ghana).
- Hemming, J. (1989) The Society's "Maracà Rainforest Project", Roraima, Brazil. Geographical Journal 155(1):1-12.
- Henderson, J. (1985) Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname. University of Wageningen (Netherlands).
- HIID: Harvard Institute for International Development. (1988) The case for multiple-use management of tropical hardwood forests. A Study for the International Tropical Timber Organization, prepared by the HIID, Harvard University, Cambridge, Mass. (USA).
- Holdgate, M.W., Bruce, J., Camacho, R.F., Desai, N., Mahtab, F.U., Mascarenhas, O., Maunder, Q.J., Shihab, H. and Tewungwa, S. (1989) Climate change: meeting the challenge. Report by a Commonwealth Group of Experts. Commonwealth Secretariat, London (UK).
- House, S. and Moritz, C. (1991) The impact of rainforest fragmentation on flora and fauna. Proc. Inst. Trop. Rainforest Studies. Townsville (Australia).

- Howe, H.F. Seed dispersal by birds and mammals: implications for seedling demography. (1990) *In: Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants* (Eds. K.S. Bawa and M. Hadley). Parthenon Press, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France).
- Hutchinson, I.D. Improvement thinning in natural tropical forests: aspects and institutionalisation. (1987) *In: Natural Management of Tropical Moist Forests* (Eds. F. Mergen and J.R. Vincent). Yale University, New Haven, Connecticut (USA).
- Hutchinson, I.D. Diagnostic sampling to orient silviculture and management in natural tropical forest. *Comm. For. Rev.* 70(3):113-132. (1991)
- IBDF: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil. II Etapa. IBDF/FBCN, Brasília (Brazil). (1982)
- Ismail bin Haji Ali. A critical review of Malayan silviculture in the light of changing demand and form of timber utilisation. *Malay Forester* 29(4):228-33. (1966)
- ITTO: International Tropical Timber Organization. Guidelines for the sustainable management of natural tropical forests. Technical Series No. 5. ITTO, Yokohama (Japan). (1990)
- ITTO. Elements for the 1990 annual review and assessment of the world tropical timber situation. International Tropical Timber Council (ITTC), Paper (X)/3. ITTO, Yokohama (Japan). (1991)
- IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. Estrategia Mundial para la Conservación. Preparado por la UICN, el PNUMA, el WWF, con la colaboración técnica de la FAO y la Unesco - UICN, Morges (Suiza). (1980)
- IUCN: The World Conservation Union. The 1990 United Nations List of National Parks and Protected Areas. Report prepared by the World Conservation Monitoring Centre and the IUCN Commission on National Parks and Protected Areas. IUCN, Gland (Switzerland). (1990)
- IUCN. Caring for the world: a strategy for sustainability. IUCN, UNEP, WWF, in collaboration with FAO and Unesco. IUCN, Gland (Switzerland). (1991a)
- IUCN. The Conservation Atlas of Tropical Forests: Asia and the Pacific (Eds. N.M. Collins, J.A. Sayer and T.C. Whitmore). IUCN, Gland (Switzerland). (1991b)
- Janzen, D.H. and Vasquez Yanes, C. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. *In: Rain Forest Regeneration and Management* (Eds. A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France). (1991)
- Jeffers, J.N.R. Outline studies in ecology: modelling. Chapman and Hall, London (UK) and New York (USA). (1982)
- Jenkins, R.E. Information management for the conservation of biodiversity. *In: Biodiversity* (Ed. E.O. Wilson). National Academy Press, Washington D.C. (USA). (1988)

- Johns, A.D. (1988) Effects of selective timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotropica* **20** (1):31-37.
- Johns, A.D. (1989) Timber, the environment and wildlife in Malaysian rain forests: final report. Inst. of S.E. Asian Biology, University of Aberdeen, Scotland (UK).
- Johns, A.D. (1992) Species conservation in managed tropical forests. *In*: Tropical Deforestation and Species Extinction (Eds: T.C. Whitmore and J.A. Sayer). IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London (UK).
- Johnson, N., Cabarle, B. and Mead, D. (1991) Development assistance, natural forest management, and the future of tropical forests. World Resources Institute, Washington D.C. (USA). (Unpublished).
- Jones, E.W. (1955) Ecological studies on the rain forest of southern Nigeria: the plateau forest of the Okumo Forest Reserve. *Journal of Ecology* **43**:564-94
- Jones, E.W. (1956) Ecological studies on the rain forest of southern Nigeria: the plateau forest of the Okumo Forest Reserve. *Journal of Ecology* **44**:83-117.
- Jonkers, W.B.J. (1987) Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen (Netherlands).
- Jonsson, T. and Lindgren, P. (1990) Logging technology for tropical forests: for or against? The Forest Operations Institute, Kista (Sweden).
- Jordan, C. (1986) Local effects of tropical deforestation. *In*: Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity (Ed. M.E. Soulé). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts (USA).
- Jury, S.L. (1991) Some recent computer-based developments in plant taxonomy. *Bot. Journ. of the Linnean Society* **106**(2):121-128.
- Kageyama, P.Y. (1990) Genetic structure of tropical tree species of Brazil. *In*: Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants (Eds. K.S. Bawa and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France).
- Kemp, R.H. (1992) Conservación de recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales. *Unasyuva* **43**(Nº 169/2):34-40. FAO, Roma (Italia).
- Kemp, R.H. and Lowe, R.G. (1970) The effect of tree size and environmental variables on increment of *Khaya grandifoliola* in a forest outlier in Nigeria. *In*: The Development of Forest Resources in the Economic Advancement of Nigeria (Eds. C.F.A. Onochie and S.K. Adeyoku). University of Ibadan (Nigeria).
- Kese, K. (1989) An overview of Ghana's forest management policies and reforestation programme. Address to Int. Hardw. Prod. Assoc., San Diego (USA), April 1989.
- Kio, P.R.O. and Ekwebelan, S.A. (1987) Plantations versus natural forests for meeting Nigeria's wood needs. *In*: Natural Management of Tropical Moist Forests (Eds. F. Mergen and J.R. Vincent). Yale University, New Haven, Connecticut (USA).

- Leslie, A.J. Los bosques tropicales de especies unidas. Nuevo examen de los aspectos económicos de los sistemas de ordenación natural. *Unasylyva* 39(Nº 15571):46-58. (1987) FAO, Roma (Italia).
- Logan, W.E.M. Timber exploitation in the Gold Coast. *Empire Forestry Review* 26:30-53. (1947)
- Lovejoy, T.E., Birregaard, R.O., Rankin, J. and Schubart, H.O.R. Ecological dynamics of tropical forest fragments. In: *Tropical Rainforest: Ecology and Management* (Eds. S.L. Sutton, T.C. Whitmore and A.C. Chadwick). Blackwell, Oxford (UK). (1983)
- MacKinnon, J. Guidelines for the development of conservation buffer zones and enclaves. (1981) PPA/WWF/FAO Nature Conservation Workshop, Bogor (Indonesia).
- MacKinnon, J., MacKinnon, K., Child, G. and Thorsell, J. (Eds). *Managing protected areas in the tropics*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland). (1988)
- Maitre, H.F. Silvicultural interventions and their effects on forest dynamics and production in some rainforests of Côte d'Ivoire. In: *Rain Forest Regeneration and Management* (Eds. A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France). (1991)
- Martin, C. The rainforests of West Africa. Birkhäuser Verlag, Basel (Switzerland). (1991)
- Masson, J.L. Management of tropical mixed forests: preliminary assessment of present status. (1983) FO:MISC/83/17. FAO, Rome (Italy).
- McCarter, P.S. The evaluation of the international provenance trials of *Cordia alliodora* and *Cedrela* spp. Final Report, Overseas Development Administration. Project R4101, Oxford Forestry Institute, Oxford (UK). (1988)
- McNeely, J.A. (Eds). Climate change and biological diversity: Policy implications. (1990) In: *Landscape-Ecological Impact of Climatic Change* (Eds. M.M. Boer and R.S. de Groot). IOS Press, Amsterdam (Netherlands).
- McNeely, J.A. Miller, K.R., Reid, W.V., Mittermeier, R.A. and Werner, T.B. (Eds). (1990) *Conserving the world's biological diversity*, IUCN, World Resources Institute, World Wildlife Fund-US and the World Bank. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland).
- Mendoza, V. Estudio de algunas características de la biología floral de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. PhD Thesis, IICA, Turrialba (Costa Rica). (Unpublished). (1965)
- Mergen, F. and Vincent, J.R. (Eds). *Natural management of tropical moist forests*. (1987) Yale University, New Haven, Connecticut (USA).
- Monbiot, G. *Amazon Watershed - the new environmental investigation*. Michael Joseph, London (UK). (1991)
- Myers, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist* 8(3):1-20. (1988)

- Namkoong, G. Biological diversity: its conservation and use for sustainable agricultural, forestry and fisheries development. FAO Working Paper of the Inter-Departmental Sub-Group on Biological Diversity. FAO, Rome (Italy). (1990)
- Namkoong, G. Conservation and protection of ecosystems and genetic resources. Proc. 10th World Forestry Congress. Rev. For. Francaise, Hors Serie No. 6. (1991)
- Ng, F.S.P. Germination ecology of Malaysian woody plants. *Malayan Forester* 63:606-637. (1980)
- Ng, F.S.P. Ecological principles of tropical lowland rain forest conservation. In: Tropical Rain Forest Ecology and Management (Eds. S.L. Sutton, T.C. Whitmore and A.C. Chadwick). Blackwell, Oxford (UK). (1983)
- Nicholson, D.I. The effects of logging and treatment on the mixed diptero-carp forests of Southeast Asia. FO:MISC/79/8. FAO, Rome (Italy). (1979)
- NRC: National Research Council (USA). Managing global genetic resources: forest trees. National Academy Press, Washington D.C. (USA). (1991)
- Nwoboshi, L.C. Regeneration success of natural management, enrichment planting, and plantations of native species in West Africa. In: Natural Management of Tropical Moist Forests (Eds. F. Mergen and J.R. Vincent). Yale University, New Haven, Connecticut (USA). (1987)
- OFI: Oxford Forestry Institute. Incentives in producer and consumer countries to promote sustainable development of tropical forests. Pre-Project Report to the International Tropical Timber Organization No. PPR 22/91-M.F.I. ITTO, Yokohama (Japan). (1991)
- Ofosu-Asiedu, A. and Ampong, F.K. Preservation of wood as a means of extending the further utilization and using a wider range of species of tropical hardwood in Africa. In: Further Processing of Tropical Timber in Africa. International Tropical Timber Organization, Yokohama (Japan). (1990)
- Okafor, J.C. Varietal delimitation in *Irvingia gabonensis* (Irvingiaceae). Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 45:211-221. (1975)
- Oliver, C.D. and Larson, B.C. Forest stand dynamics. McGraw Hill Publishers (UK). (1990)
- Opler, P.A., Baker, H.G. and Frankie, G.W. Reproductive biology of some Costa Rica *Cordia* species (Boraginaceae). *Biotropica* 7(4):234-247. (1975)
- Padua, M.T.J. Zoning and conservation units. In: Amazonia: Facts, Problems and Solutions. Proc. Symposium University of São Paulo, S.P. (Brazil). (1989)
- Palmer, J. Management of natural forest for sustainable timber production: a commentary. In: No Timber Without Trees (Ed. D. Poore). Earthscan Publications Ltd., London (UK). (1989)
- Palmberg, C. and Esquinas-Alcázar, J.T. The role of the United Nations agencies and other international organizations in the conservation of plant genetic resources. *Forest Ecology and Management* 35:171-197. (1990)

- Parant, B. Further processing and marketing of lesser known timber species in Africa.
(1990) In: Further Processing of Tropical Timber in Africa. International Tropical Timber Organization, Yokohama (Japan).
- Pascal, J.P. Forest maps of South India. Institut Français de Pondicherry, Pondicherry (India).
(1982)
- Peters, C.M., Gentry, A.H. and Mendelsohn, R.O. Valuation of an Amazonian rain forest.
(1989) *Nature* 339:655-656.
- Philip, M.S. Management systems in the tropical moist forests of the anglophone countries of Africa with conclusions. Paper prepared for the Forest Resources Division, FAO, Rome (Italy). (Unpublished); synthesized in FAO Forestry Paper No. 88, see FAO 1989b).
- Poore, D. and Sayer, J.A. The management of tropical moist forest lands: ecological guidelines.
(1987) International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland).
- Poore, M.E.D. No timber without trees. Earthscan Publications Ltd., London (UK).
(1989)
- Prance, G.T. The phytogeographic divisions of Amazonia and their influence on the selection of biological reserves. In: Extinction is Forever (Eds. G.T. Prance and T. Elias). New York Bot. Garden, New York N.Y. (USA).
(1977)
- Prance, G.T. (Ed.). Biological diversification in the tropics. Colombia University Press,
(1982) New York N.Y. (USA).
- Prance, G.T. The pollination of Amazonian plants. In: Key Environments: Amazonia
(1985) (Eds. G.T. Prance and T.E. Lovejoy). Pergamon Press (USA).
- Prance, G.T. and Brown, K.S. The principal vegetation types of the Brazilian Amazon.
(1987) In: Biogeography and Quaternary History in Tropical America (Eds. T.C. Whitmore and G.T. Prance). Clarendon Press, Oxford (UK).
- Prance, G.T. Future of the Amazonian rainforest. *Futures* 22(9).
(1990)
- Prescott-Allen, R. National conservation strategies and biological diversity. Report to the IUCN.
(1986) International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland).
- Rai, S.N. and Proctor, J. Ecological studies on four rainforests in Karnataka, India. I.
(1986) Environment, structure, floristics and biomass. *Journal of Ecology* 74(2):439-454.
- Reid, W.V. and Miller, K.R. Keeping options alive: the scientific basis for conserving
(1989) biodiversity. World Resources Institute, Washington D.C. (USA).
- Repetto, R. and Gillis, M. Public policies and the misuse of forest resources. Cambridge
(1988) University Press, Cambridge (UK).

- Riggs, L.A. Conserving genetic resources on-site in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* **35**:45-68. (1990)
- Roche, L. and Dourojeanni, M.J. Manual sobre la conservación *in situ* de los recursos genéticos de especies leñosas tropicales. FORGEN/MISC/84/2. FAO, Roma (Italia). (1984)
- Rylands, A.B. Situação atual das unidades de conservação na Amazonia Brasileira. Paper to "Workshop 90", Manaus, January 1990. IBDF, Brasília (Brazil). (1990)
- Salati, E. The forest and the hydrological cycle. *In*: *The Geophisiology of Amazonia* (Ed. R.E. Dickinson). Wiley, New York N.Y. (USA). (1987)
- Sayer, J.A. The management of tropical forest buffer zones. The World Conservation Union, Gland (Switzerland). (1991)
- Sayer, J.A., McNeely, J.A. and Stuart, S.N. The conservation of tropical forest vertebrates. *In*: *Vertebrates in the Tropics* (Eds. G. Peters and R. Hutterer). Museum Alex. Koenig, Bonn (Germany). (1990)
- Sayer, J.A. and Whitmore, T.C. Tropical moist forests: destruction and species extinction. *Biological Conservation* **55**:199-213. (1991)
- Schmidt, R.C. Ordenación de los bosques higrofiticos tropicales. *Unasyuva* **39** (Nº 15672); 2-17. (1987) FAO, Roma (Italia).
- Schmidt, R.C. Current tropical moist forest management activities in Brazil. FO:MISC/89/4. (1989) FAO, Rome (Italy).
- Schmidt, R.C. Tropical rain forest management: a status report. *In*: *Rain Forest Regeneration and Management* (Eds. A. Gomez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France). (1991)
- Schubart, H.O.R. Commercial forestry and the conservation of biodiversity in tropical forests: the situation in brazil. *Realistic Strategies for the Conservation of Biodiversity in Tropical Moist Forest*. IUCN Workshop 5; IUCN General Assembly, Perth, Australia. The World Conservation Union, Gland (Switzerland). (1990)
- Sedjo, R.A. and Lyon, K.S. The long-term adequacy of world timber supply. *Resources for the Future*, Washington D.C. (USA). (1990)
- Shuttleworth, W.J. Evaporation from Amazonian rainforest. *Proc. Roy. Soc. London, Biological Sciences* **233** (321-346). London (UK). (1988)
- Shyamsunder, S. and Parameswarappa, S. Forestry in India - the forester's view. (1987) *Ambio* **16**:332-7.
- Simberloff, D. Do species-area curves predict extinction in fragmented forest? *In*: *Tropical Deforestation and Species Extinction* (Eds T.C. Whitmore and J.A. Sayer). IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London (UK). (1992)
- Singh, S. Protected areas in India. *In*: *Conserving Asia's Natural Heritage* (Ed. W.J. Thorsell). International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland). (1985)

- Siqueira, J.D.P. Sustained forest management in the Amazon: need versus research. (1989) In: Amazonia: Facts, Problems and Solutions. Proc. Symp. University of São Paulo, Aug. 1989. University of São Paulo, S.P. (Brazil).
- Soulé, M.E. (Ed). Conservation biology: the science of scarcity and diversity. (1986) Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts (USA).
- Stead, J. Commonwealth Forestry Institute international provenance trials of *Cordia alliodora* (R & P) Oken. Paper presented at the Eleventh Commonwealth Forestry Conference, Trinidad and Tobago and Jamaica, September 1980. (Unpublished).
- Swaine, M.D. and Whitmore, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rains forests. *Vegetation* 75:81-86.
- Tangley, L. Cataloguing Costa Rica's diversity. *BioScience*, 40:633-636. (1990)
- Terborgh, J. Keystone plant resources in the tropical forest. In: Conservation Biology (Ed. M. Soulé). Sinauer, Sunderland (USA).
- Tufuor, K. Status of forest areas allocated to timber production and their contribution to the conservation of biological diversity. Ghana Country Paper, IUCN Workshop on Realistic Strategies for the Conservation of Biodiversity in Tropical Moist Forests, Perth, Australia. The World Conservation Union, Gland (Switzerland).
- Tufuor, K. Cross-country issues in forest conservation and management. Paper presented to the Conference on the Conservation and Rational Utilization of the Closed Forest of Central and West Africa, Abidjan, 5-9 November, 1990. IUCN, African Development Bank/World Bank. The World Conservation Union, Gland (Switzerland).
- UNDP/FAO. Management Plan for the Tapajos National Forest. FO: BRA/78/003, Technical Report 2. UNDP/FAO/IBDF-Brasilia. FAO, Rome (Italy).
- Unesco: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Action plan for biosphere reserves. *Nature and Resources* 20(4). Unesco, Paris (France).
- Vanclay, J.K. A growth model for north Queensland rainforests. *Forest Ecology and Management* (1989) 27(3-4):245-271.
- Vanniere, B. Les possibilités d'aménagement de la forêt dense Africaine. FAO/CTFT, Nogent-sur-Marne. FAO, Rome (Italy).
- Viana, V.M. Seed and seedling availability as a basis for management of natural forest regeneration. In: Alternatives to Deforestation: Steps Toward the Sustainable Use of Amazon Rain Forest. Columbia University Press, New York N.Y. (USA).
- Vivien, J. and Faure, J.J. Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale. Agence de Cooperation Culturelle et Technique, Ministère des Relations Exterieures Cooperation et Developpement, Paris (France).

- Wadsworth, F.H. Natural forests in the development of the humid American tropics.
(1975) In: Proc. Meeting on the Use of Ecological Guidelines for Development in the American Humid Tropics. Caracas (Venezuela) 20-22 February 1974. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland (Switzerland).
- WCMC: World Conservation Monitoring Centre. Pre-project study on the conservation status of
(1991) tropical timbers in trade. Final Report to the International Tropical Timber Organization, February 1991. ITTO, Yokohama (Japan).
- Webb, L.J. The human face in forest management. In: Socio-Economic Effects and
(1982) Constraints in Tropical Forest Management (Ed. E.G. Hallsworth). Wiley, Chichester (UK).
- Wells, M., Brandon, K. and Hannah. L. People and parks: linking protected area management
(1990) with local communities. World Bank, Washington, D.C. (USA). (Unpublished).
- Whitmore, T.C. Tropical rain forests. Clarendon Press, Oxford (UK).
(1990)
- Whitmore, T.C. Tropical rain forest dynamics and its implications for management.
(1991) In: Rain Forest Regeneration and Management (Eds. A. Gomez-Pompa *et al*). Parthenon, Carnforth (UK) and Unesco, Paris (France).
- Whitmore, T.C. and Sayer, J.A. (Eds). Tropical deforestation and species extinction.
(1992) IUCN Forest Conservation Programme. Chapman and Hall, London (UK).
- Wilcox, B.A. Requirements for the establishment of a global network of *in situ* conservation
(1990) areas for plants and animals. Forest Resources Division. FAO, Rome (Italy) (Unpublished).
- Wilson, E.O. (Ed.). Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C. (USA).
(1988)
- Wong, J.L.G. (Ed). Forestry inventory project. Seminar Proceedings, 29-30 March, 1989.
(1989) Forestry Department, Accra (Ghana).
- WRI: World Resources Institute. World resources 1990-91. WRI/ENEP/UNDP.
(1990) Oxford University Press, Oxford (UK) and New York N.Y. (USA).
- WRI Colloquium on sustainability in natural tropical forest management summary
(1991) report. World Resources Institute, Washington D.C. (USA).
- WRI Global biodiversity strategy: guidelines for action to save, study and use earth's
(1992) biotic wealth sustainably and equitably. World Resources Institute, the World Conservation Union and the United Nations Environment Programme. WRI. Washington (USA).
- WWF: Worldwildlife Fund/USA. Views from the forest: natural forest management initiatives in
(1991) Latin America. Worldwildlife Fund, Washington D.C. (USA).
- Wyatt-Smith, J. Manual of Malayan silviculture for inland forests. Malay. For. Rec. No. 23.
(1963) Forestry Department, Malaysia.

- Wyatt-Smith, J. The management of tropical moist forest for the sustained production of timber:
(1987a) some issues. IUCN/IIED Tropical Forest Policy Paper No. 4. International
Institute for Environment and Development (IIED), London (UK).
- Wyatt-Smith, J. Problems and prospects for natural management of tropical moist forests.
(1987b) In: Natural Management of Tropical Moist Forests (Eds. F. Mergen and Vincent).
J.R. Vincent). Yale University, New Haven, Connecticut (USA).

CUADERNOS TÉCNICOS DE LA FAO

ESTUDIOS FAO: MONTES

1	Manual sobre contratos de aprovechamiento de bosques en tierras públicas, 1977 (E F I)	25	Public forestry administrations in Latin America, 1981 (I)
2	Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento, 1978 (E F I)	26	La silvicultura y el desarrollo rural, 1981 (E F I)
3	Lista mundial de escuelas forestales, 1977 (E/F/I)	27	Manual of forest inventory, 1981 (F I)
3 Rev.	1. Lista mundial de escuelas forestales, 1981 (E/F/I)	28	Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo, 1982 (E I)
3 Rev.	2. Lista mundial de escuelas forestales, 1986 (E/F/I)	29	Productos forestales: oferta y demanda mundial 1990 y 2000, 1982 (E F I)
4/1	La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo - Vol. 1, 1977 (E F I)	30	Los recursos forestales tropicales, 1982 (E F I)
4/2	La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo - Vol. 2, 1978 (E F I)	31	Appropriate technology in forestry, 1982 (I)
5	La comercialización de las maderas tropicales, 1977 (E I)	32	Clasificación y definiciones de los productos forestales, 1982 (Ar/E/F/I)
6	National parks planning, 1976 (E** F I)	33	La explotación maderera de bosques de montaña, 1984 (E F I)
7	Actividades forestales en el desarrollo de comunidades locales, 1984 (Ar E F I)	34	Especies frutales forestales, 1982 (E F I)
8	Técnica de establecimiento de plantaciones forestales, 1978 (Ar C E F I*)	35	Forestry in China, 1982 (C I)
9	Las astillas de madera: su producción y transporte, 1978 (C E I)	36	Tecnología básica en operaciones forestales, 1983 (E F I)
10/1	Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos - 1. Principios y metodología, 1978 (E F I)	37	Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales, 1983 (E F I)
10/2	Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos - 2. Recolección de datos y cálculos, 1978 (E F I)	38	Precios de productos forestales 1962-1981, 1982 (E/F/I)
11	Savanna afforestation in Africa, 1977 (F I)	39	Frame saw manual, 1982 (I)
12	China: forestry support for agriculture, 1978 (I)	40	Circular saw manual, 1983 (I)
13	Precios de productos forestales 1960-1977, 1979 (E/F/I)	41	Métodos simples para fabricar carbón vegetal, 1983 (E F I)
14	Mountain forest roads and harvesting, 1979 (I)	42	Disponibilidades de leña en los países en desarrollo, 1983 (Ar E F I)
14 Rev.	1. Logging and transport in steep terrain, 1985 (I)	43	Ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo, 1987 (E F I)
15	AGRIS forestal: catálogo mundial de los servicios de información y documentación, 1979 (E/F/I)	44/1	Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos - 1. Ejemplos de África oriental, 1984 (E F I)
16	China: industrias integradas de elaboración de la madera, 1979 (E F I)	44/2	Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos - 2. Ejemplos del Asia sudoriental, 1985 (E F I)
17	Análisis económico de proyectos forestales, 1980 (E F I)	44/3	Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos - 3. Ejemplos de América Latina, 1987 (E I)
17 Sup.	1. Análisis económico de proyectos forestales: estudios monográficos, 1982 (E I)	45	Establishing pulp and paper mills, 1983 (I)
17 Sup.	2. Economic analysis of forestry projects: readings, 1980 (C I)	46	Precios de productos forestales 1963-1982, 1983 (E/F/I)
18	Precios de productos forestales 1960-1978, 1980 (E/F/I)	47	La enseñanza técnica forestal, 1991 (E F I)
19/1	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species - Vol. 1, 1980 (I)	48	Evaluación de tierras con fines forestales, 1985 (C E F I)
19/2	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species - Vol. 2, 1980 (I)	49	Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas, 1984 (E F I)
20	Mejora genética de árboles forestales, 1980 (C E F I)	50	Changes in shifting cultivation in Africa, 1984 (F I)
20/2	Gula para la manipulación de semillas forestales, 1991 (E I)	50/1	Changes in shifting cultivation in Africa - seven case-studies, 1985 (I)
21	Suelos de las regiones tropicales húmedas de tierras bajas - efectos causados por las especies de crecimiento rápido, 1984 (E F I)	51/1	Studies on the volume and yield of tropical forest stands - 1. Dry forest formations, 1989 (F I)
22/1	Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento - Vol. 1. Estimación del volumen, 1980 (C E F I)	52/1	Cost estimating in sawmilling industries: guidelines, 1984 (I)
22/2	Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento - Vol. 2. Predicción del rendimiento, 1980 (C E F I)	52/2	Field manual on cost estimation in sawmilling industries, 1985 (I)
23	Precios de productos forestales 1961-1980, 1981 (E/F/I)	53	Ordenación intensiva de montes para uso múltiple en Kerala, 1985 (E F I)
24	Cable logging systems, 1981 (C I)	54	Planificación del desarrollo forestal, 1984 (E)
		55	Ordenación forestal de los trópicos para uso múltiple e intensivo, 1985 (E F I)
		56	Breeding poplars for disease resistance, 1985 (I)
		57	La madera de coco - Elaboración y aprovechamiento, 1986 (E I)
		58	Cuidado y mantenimiento de sierras, 1989 (E I)
		59	Efectos ecológicos de los eucaliptos, 1987 (C E F I)

- 60 Seguimiento y evaluación de proyectos forestales de participación, 1991 (E F I)
- 61 Precios de productos forestales 1965-1984, 1985 (E/F/I)
- 62 Lista mundial de instituciones que realizan investigaciones sobre bosques y productos forestales, 1985 (E/F/I)
- 63 Industrial charcoal making, 1985 (I)
- 64 Cultivo de árboles por la población rural, 1988 (Ar E F I)
- 65 Forest legislation in selected African countries, 1986 (F I)
- 66 Organización de la extensión forestal, 1988 (C E I)
- 67 Some medicinal forest plants of Africa and Latin America, 1986 (I)
- 68 Appropriate forest industries, [1986 \(I\)](#)
- 69 Management of forest industries, 1986 (I)
- 70 Terminología del control de incendios en tierras incultas, 1986 (E/F/I)
- 71 Repertorio mundial de instituciones de investigación sobre bosques y productos forestales, 1986 (E/F/I)
- 72 El gas de madera como combustible para motores, 1993 (E I)
- 73 Productos forestales: proyecciones de las perspectivas mundiales 1985-2000, 1986 (E/F/I)
- 74 Guidelines for forestry information processing, [1986 \(I\)](#)
- 75 An operational guide to the monitoring and evaluation of social forestry in India, 1986 (I)
- 76 Wood preservation manual, 1986 (I)
- 77 Databook on endangered tree and shrub species and provenances, 1986 (I)
- 78 Appropriate wood harvesting in plantation forests, 1987 (I)
- 79 Pequeñas empresas de elaboración de productos del bosque, 1990 (E F I)
- 80 Forestry extension methods, 1987 (I)
- 81 Guidelines for forest policy formulation, 1987 (C I)
- 82 Precios de productos forestales 1967-1986, 1988 (E/F/I)
- 83 Trade in forest products: a study of the barriers faced by the developing countries, 1988 (I)
- 84 Productos forestales: proyecciones de las perspectivas mundiales 1987-2000, 1988 (E/F/I)
- 85 Programas de estudios para cursos de extensión forestal, 1988 (E/F/I)
- 86 Forestry policies in Europe, 1988 (I)
- 87 Explotación en pequeña escala de productos forestales madereros y no madereros con participación de la población rural, 1990 (E F I)
- 88 Management of tropical moist forests in Africa, 1989 (F I P)
- 89 Review of forest management systems of tropical Asia, 1989 (I)
- 90 Silvicultura y seguridad alimentaria, 1991 (Ar E I)
- 91 Manual de tecnología básica para el aprovechamiento de la madera, 1990 (E F I) (Publicado solamente en la Colección FAO: Capacitación, N° [18](#))
- 92 Forestry policies in Europe - An analysis, 1989 (I)
- 93 Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales, 1991 (E I)
- 94 Manual on sawmill operational maintenance, 1990 (I)
- 95 Precios de productos forestales 1969-1988, 1990 (E/F/I)
- 96 Planning and managing forestry research: guidelines for managers, 1990 (I)
- 97 Productos forestales no madereros: posibilidades futuras, 1992 (E I)
- 98 Timber plantations in the humid tropics of Africa, 1993 (F I)
- 99 Cost control in forest harvesting and road construction, 1992 (I)
- 100 Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo, 1993 (E F I)
- 101 Ordenación y conservación de los bosques densos de América tropical, 1993 (E F I P)
- 102 El manejo de la investigación forestal, 1994 (E F I)
- 103 Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales, 1995 (E F I)
- 104 Precios de productos forestales 1971-1990, 1992 (E/F/I)
- 105 Compendium of pulp and paper training and research institutions, 1992 (I)
- 106 Economic assessment of forestry project impacts, 1992 (F I)
- 107 Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales - Principios y conceptos, 1993 (E/F/I)
- 108 A decade of wood energy activities within the Nairobi Programme of Action, 1993 (I)
- 109 Directory of forestry research organizations, 1993 (I)
- 110 Deliberaciones de la reunión de expertos sobre investigación forestal, 1993 (E/F/I)
- 111 Forestry policies in the Near East region: analysis and synthesis, 1993 (I)
- 112 Evaluación de los recursos forestales de los países tropicales - 1990, 1994 (E F I)
- 113 *Ex situ* storage of seeds, pollen and *in vitro* cultures of perennial woody plant species, 1993 (I)
- 114 Análisis de impactos de proyectos forestales: problemas y estrategias, 1995 (E F I)
- 115 Forestry policies of selected countries in Asia and the Pacific, 1993 (I)
- 116 Les panneaux à base de bois, 1993 (F)
- 117 Mangrove forest management guidelines, 1993 (I)
- 118 Biotechnology in forest tree improvement, 1994 (I)
- 119 Les produits bois reconstitués, liants et environnement, 1994 (F)
- 120 Decline and dieback of trees and forests - A global overview, 1994 (I)
- 121 Ecología y enseñanza rural - Manual para profesores rurales del área andina, 1994 (E)
- 122 Readings in sustainable forest management, 1994 (E I)
- 123 Enseñanza forestal - Nuevas tendencias y perspectivas, 1994 (E F I)
- 124 Forest resources assessment 1990, Global synthesis (E/F/I)
- 125 Precios de productos forestales 1973-1992, 1995 (E/F/I)
- 126 Climate change, forests and forest management - An overview, 1995 (I)
- 127 Valuing forests: context, issues and guidelines, 1995 (I)

Disponibilidad: junio de 1995

Ar - Árabe	Multil - Multilingüe
C - Chino	* Agotado
E - Español	** En preparación
F - Francés	
I - Inglés	
P - Portugués	

Los cuadernos técnicos de la FAO pueden obtenerse en los puntos de venta autorizados de la FAO, o directamente en la Sección de Distribución y Ventas, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

Esta obra constituye un primer paso hacia un enfoque sistemático para ofrecer directrices con vistas a la armonización de la explotación sostenible y la conservación de los recursos genéticos de especies forestales tropicales. Describe brevemente las técnicas actuales de ordenación forestal, ilustradas con estudios de casos en tres países tropicales, y examina las estrategias y metodologías existentes de conservación de los recursos genéticos forestales en lo relativo a su compatibilidad con la explotación sostenible de los recursos que han de conservarse.

