ISSN 1020-444X

RECURSOS GENETICOS FORESTALES

Nº 25

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

RECURSOS GENETICOS FORESTALES
N° 25

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
Roma, 1998

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.

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 a la Dirección de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1998

INFORMACION SOBRE RECURSOS GENETICOS FORESTALES: ACTUALIZACION DE LA LISTA DE DISTRIBUCION - SEPTIEMBRE DE 1997

Estamos actualizando nuestra antigua lista de distribución y necesitamos su ayuda (¡última revisión de 1981!). Se ruega a todos los lectores que rellenen este formulario y lo devuelvan a la siguiente dirección:

Jefe del Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales
Dirección de Recursos Forestales
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
I-00100 Roma, Italia
(Fax : + 39 6 570 55 137)
(E-mail: forest-genetic-resources@fao.org)

Por favor, tenga en cuenta que los futuros números de Recursos Genéticos Forestales sólo se enviarán a aquellos lectores que indiquen su interés por la publicación **rellenando este formulario y enviándolo a la anterior dirección**.

NOMBRE: . . . . . .

INSTITUCION/
ORGANIZACION: . . . . . .

DIRECCION: . . . . . .

CIUDAD:. . . . . CODIGO POSTAL: . . . . . .

PAIS: . . . . . .

E-MAIL: . . . . . .

IDIOMA PREFERIDO: _Inglés _Francés _Español
(señale, por favor, el que corresponda)

INDICE

Página

Nota del Editor 1

Problemas y prioridades de conservación de los recursos genéticos de las coníferas de Colombia Británica, Canadá (A.D. Yanchuk) 2

Conservación genética de las Podocarpaceae en Colombia (A. Marin, J.L. Romero, J.A. Wright) 11

Los recursos genéticos forestales en el sitio Web de la FAO 15

Hacia un marco coherente para la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos forestales (C. Palmberg-Lerche) 16

Dos publicaciones de CIRF sobre la aplicación de las técnicas genéticas a los recursos fitogenéticos 20

Los recursos genéticos de *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en los Neotrópicos: Prioridades para una acción coordinada (F. Patiño Valera) 21

Nueva publicación: Los recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los Neotrópicos . . 33

Variación genética de la *Swietenia macrophylla* en Upala, norte de Costa Rica (C. Navarro) 34

Nueva publicación en español: Ordenación de Recursos Genéticos Forestales 35

Informe resumido sobre los resultados de la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales 36

Red de ensayos de las acacias africanas: Colección de semillas de seis especies, para ensayos de procedencias y progenies, que se mantiene en el Instituto Forestal de Oxford (C.W. Fagg, R.D. Barnes, C.T. Marunda) 40

Directorio de suministradores de semillas de árboles: fuentes de semillas y microsimbiontes 52

Publicaciones recientes del proyecto FORTIP 53

La biotecnología y la producción sostenible de madera tropical (R.J. Haines, B.E. Martin) 55

3ª reunión de los centros y programas africanos de semillas de árboles 63

Taller de la Red Internacional del Neem 64

Nueva publicación en francés y español: Directrices técnicas FAO/IPGRI para el transporte seguro de germoplasma de eucaliptos 66

Estado actual de las especies del género *Nothofagus* en Chile (G. Moreno D.) 67

Publicaciones recientes del Centro de Semillas Forestales de DANIDA 71

Noticias de la Comisión Internacional del Alamo (J. Ball) 72

Gessem: Un sistema de gestión de bancos de semillas forestales 74

Los recursos genéticos forestales y la conservación en Asia Central (J. Turok) 75

Monografías sobre *Parkia biglobosa* y *Vitellaria paradoxa* 78

Bibliografía reciente de interés 79

Foto de portada: Trepando a árboles superiores para recolectar la semilla (Foto: FAO)

Todas las contribuciones para el próximo número deben enviarse antes del 15 de junio de 1998 a la dirección siguiente:

Jefe
Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales
Dirección de Recursos Forestales, FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Roma, Italia
(Fax: 0039 6 570 55137)
(E-mail: Forest-Genetic-Resources@fao.org)

Los editores de este número del
Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales fueron:

Christel Palmberg-Lerche
Christian Pilegaard-Hansen
Pierre Sigaud
Soren Hald

NOTA DEL EDITOR

El presente número de *Recursos Genéticos Forestales* (RGF) se va a imprimir inmediatamente después del Undécimo Congreso Forestal Mundial celebrado en Turquía del 13 al 22 de octubre de 1997, con la asistencia de más de 4000 colegas procedentes de 145 países. Respecto a la conservación y utilización de los recursos genéticos forestales (Tema 8), el Congreso, en las deliberaciones y en su informe, destacó como prioridad urgente acciones dirigidas a conservar, ordenar, utilizar en forma sostenible e incrementar los recursos genéticos forestales. Hizo constar que los retrasos en la conservación de los ecosistemas forestales, especies y recursos genéticos de árboles y arbustos, serán muy costosos y supondrán riesgos ambientales, económicos y sociales, la necesidad de acciones correctoras de gran coste y a veces difíciles, y oportunidades perdidas en la ordenación y utilización sostenible de los recursos, en apoyo del desarrollo nacional en general.

Este número de RGF contiene información sobre las acciones adoptadas en respuesta a las recomendaciones de la Decimotercera Reunión del Comité de Montes, en la que se discutió el tema de los recursos genéticos forestales (*véase* el Editorial de RGF N° 24), e incluye también un resumen de las recomendaciones aprobadas por la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales, celebrada en Roma en setiembre de 1997.

El primer artículo de este número, cuyo autor es A.D. Yanchuk, aunque está centrado en las coníferas de zonas templadas, servirá también como orientación para el desarrollo de estrategias *in situ* en otras zonas ecológicas. Este artículo se complementa con información sobre experiencias prácticas de conservación *in situ* en Sudamérica y Africa (*véanse* los artículos de Marin *et al*; Moreno; y Fagg *et al*). Después de la publicación en 1994 del Estudio FAO Montes n° 118, "*La Biotecnología en la Mejora de Arboles Forestales*", el principal autor del estudio, Dr. R. Haines, ha actualizado la información contenida en dicha publicación, junto con el Dr. B. Martin, para una reciente reunión de la Organización Internacional de Madera Tropical, OIMT; en este número de RGF contiene un resumen del documento de la OIMT.

El N° 25 de RGF incluye otra serie de notas y artículos de colegas de todas las regiones del mundo. Entre ellos, el Informe sobre las primeras etapas del desarrollo de una Red de la Caoba de los Neotrópicos (*véase* el artículo de Patiño) será de gran interés, teniendo en cuenta especialmente las recientes discusiones relativas al comercio de la madera de especies de caoba, mantenidas dentro del marco del CITES. Se puede encontrar información adicional en un documento publicado recientemente por la FAO, Roma, donde está disponible, que contiene propuestas para una acción coordinada sobre los recursos genéticos de las especies de los géneros *Swietenia* y *Cedrela*. También forman parte del contenido de este N° 25 de RGF artículos y notas breves sobre recolección y disponibilidad de semillas, y sobre nueva información y redes de colaboración.

Estamos poniendo al día actualmente la lista de distribución por correo, por lo que solicitamos amablemente de nuestros lectores que rellenen y nos devuelvan el formulario adjunto. También recibiremos con gusto las reacciones y orientaciones de los lectores sobre la utilidad e interés de los artículos incluidos en el presente número de nuestro boletín anual de noticias. También serán bien recibidos los artículos de interés general para números futuros. Tales artículos no deben exceder generalmente de 2.000 palabras. La Secretaría se reserva el derecho de editar el material aceptado para publicación. Por favor, dirijan la correspondencia a:

Jefe del Servicio de
Desarrollo de Recursos Forestales
Dirección de Recursos Forestales
FAO de las NU
Viale delle Terme di Caracalla
I-00100 Roma, Italia
(Fax: (39)(6) 5705.5137)
(E-mail: Forest-Genetic-Resources@fao.org)

PROBLEMAS Y PRIORIDADES DE CONSERVACION DE LOS RECURSOS GENETICOS DE LAS CONIFERAS DE COLOMBIA BRITANICA, CANADA[1]

por

Alvin D. Yanchuk[2]

RESUMEN

Se examinaron las prioridades de conservación genética de las especies coníferas de la Columbia Británica mediante: i) el estudio de la frecuencia de cada especie en las actuales reservas terrestres de la CB, y ii) la descripción de un método de establecimiento de prioridades entre las especies. Se utilizó información sobre los niveles de protección *in situ*, el estado de cada especie en los programas actuales de investigación y mejora genética de procedencias, y sobre la capacidad de regeneración natural de cada especie. La representación de las 23 especies nativas de coníferas en la actual red de áreas protegidas es, en general, bastante completa pero hay algunas especies que requieren cierta atención inmediata (p.ej. el *Pinus albicaulis*). Aunque la aplicación de nuestra estrategia va a ser un proceso continuo (esto es, la actualización de información y el establecimiento de nuevas prioridades entre especies) se han señalado y analizado varios problemas inmediatos.

INTRODUCCION

Muchos autores (p.ej. Ledig 1986; Namkoong 1984; Yang y Yeh 1992) han tratado de las necesidades, justificaciones y estrategias de conservación de los recursos genéticos de árboles forestales, pero en realidad se ha aplicado muy poco. Esto se debe probablemente a la dificultad de establecer prioridades entre especies (o poblaciones) y también de determinar los métodos apropiados de conservación genética, es decir, *in situ* o *ex situ*, o alguna combinación de éstos, y si los objetivos de la conservación son por necesidades utilitarias o ecológicas. No obstante, en la actualidad se acepta que son necesarios ambos métodos, *in situ* y *ex situ*, en una estrategia viable de conservación genética (Falk 1987; Yang y Yeh 1992). En este artículo se expone la estrategia y su aplicación actual mediante:

1. la descripción de la justificación, los supuestos técnicos y las razones fundamentales de las tácticas empleadas;

2. la discusión del concepto de áreas protegidas como reservas para la conservación genética *in situ* y la presentación de los resultados del estudio de las 23 coníferas nativas de CB;

3. la descripción del estado actual de las poblaciones de mejora genética y de las colecciones de procedencias (o sea, conservación *ex situ*) y su contribución potencial a la conservación genética;

4. la exposición de un método cuantitativo para el establecimiento de prioridades para actuaciones futuras; y

5. el estudio de algunos problemas a más largo plazo, que han surgido de estos trabajos.

---

[1] Este documento es una versión abreviada de Yanchuk y Lester (1996)

[2] Research Branch, B.C. Forest Service, 31 Bastion Square, Victoria, British Columbia, Canadá V9B 3N1

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS DE LA CONSERVACION GENETICA

La elaboración de una justificación clara de la conservación genética de muchas especies coníferas de la CB es complicada debido a dos factores. En primer lugar, muchas coníferas comercialmente importantes tienen una extensa distribución geográfica en Canadá y los EUA (p.ej., la picea blanca (*Picea glauca* Monch. Voss)), y muchas de ellas son capaces de regenerarse de modo importante en ecosistemas perturbados. En segundo lugar, para las especies sometidas a mejora genética, las poblaciones de mejora contienen un gran número de genotipos portadores de muchos de los alelos útiles que puede requerir un mejorador genético. Incluso con poblaciones de pequeño tamaño, se ha observado una importante respuesta genética durante muchas generaciones (Madalena y Robertson 1975) cuando aparecen nuevas variantes por mutación (Hill 1982) y por otros fenómenos genéticos (Goodnight 1988).

¿Por qué estamos preocupados entonces de la conservación genética de los árboles forestales? La justificación primordial es la siguiente: *se prevé que un número relativamente reducido de genotipos de mejora genética actual o de poblaciones silvestres contendrán alelos de baja frecuencia. Si estos alelos de baja frecuencia llegan a ser interesantes para futuros objetivos de mejora, o para la supervivencia de una población silvestre, la posibilidad de parentesco entre los genotipos seleccionados o supervivientes puede impedir el uso eficaz de estos genes de baja frecuencia debido a una excesiva endogamia cuando los cruzamientos dan lugar al incremento de las frecuencias de los alelos (en poblaciones domésticas o silvestres)*. Por lo tanto, es conveniente aumentar la probabilidad de que existan genes raros en suficientes genotipos no emparentados ya sea en poblaciones silvestres o mejoradas genéticamente.

SUPUESTOS TECNICOS PARA EL MUESTREO DE CONSERVACION GENETICA

Hay que partir de cinco supuestos técnicos importantes:

1. Para aquellas especies cuya variación genética es desconocida, suponemos que la diferenciación genética es en gran parte consecuencia de la selección natural y se ha acomodado a la variación geográfica y climática.

2. Se considera que las "poblaciones" constituyen la unidad básica para la conservación genética, aunque estemos específicamente interesados en los alelos. Se supone que se pueden "muestrear" suficientes individuos para capturar alelos con frecuencias aproximadas a las actuales en la población.

3. Las poblaciones situadas en el borde del ámbito de la especie, especialmente en los límites geográficos, son candidatos prioritarios para las actividades de conservación por ser con más probabilidad los que difieren genéticamente (esto es, por presiones singulares de selección ambiental, flujo reducido de genes por aislamiento, o deriva genética).

4. No se consideró tema importante la preservación de "complejos genéticos co-adaptados" porque las "series de genes" favorables tienen la oportunidad de seleccionarse por si mismas en cada generación tras volver a combinarse.

5. Algunas poblaciones de zonas que parecen "centrales" en la distribución de la especie, pueden ocupar ambientes periféricos y pueden haber desarrollado frecuencias genéticas muy diferentes. Desgraciadamente, la localización de estas áreas singulares de presión selectiva puede ser difícil de predecir por lo que dependeremos de la buena cobertura de las reservas *in situ*.

OPCIONES TACTICAS: Tres "Sistemas" de Conservación Genética

La conservación genética debe realizarse utilizando métodos prácticos y eficaces que estén integrados con otras actividades y usos del territorio. A continuación se describen tres "sistemas" de conservación genética que están o pueden estar disponibles en la CB.

Reservas actuales y previstas, sin ordenar

En la CB, las actuales áreas protegidas son interesantes para la conservación a largo plazo pero tienen tres problemas. En primer lugar, estas reservas no están ordenadas para perpetuar la composición forestal actual. En segundo lugar, son típicamente masas naturales en las que es difícil observar la variación genética porque puede no aparecer el desafío ambiental preciso (p.ej. clima o plagas) para dar lugar a variaciones de interés. En tercer término, es posible la pérdida por causas políticas, bióticas o abióticas. A pesar de estos inconvenientes, las reservas actuales van a estar sometidas a presiones evolutivas locales y podrán mantener un gran número de genotipos sin ningún coste adicional.

Nuevas Reservas "Ordenadas" por motivos Genéticos *in situ*

Riggs (1982) describió las unidades territoriales que podrían ordenarse en favor de la integridad del caudal genético local (es decir, las unidades de Ordenación de Recursos Genéticos; UORG). Se permite el aprovechamiento de madera, y quizás hasta se exige, para cumplir el objetivo, siempre que sea posible la regeneración natural de las especies elegidas. Se permite también la regeneración artificial siempre que se utilice exclusivamente semilla "muy local". Las UORGs pueden contribuir en cierta medida a la iniciativa de conservación genética de la CB; sin embargo, por el momento no hemos tenido que considerarlas en la CB.

Colecciones *Ex situ* y Plantaciones Experimentales

Generalidades

Las colecciones *ex situ*, tal como aquí se definen, significan cualquier colección o plantación de material, que no se establece o mantiene con la intención de que se regenere naturalmente por sí misma. Las colecciones en forma de material de procedencias y progenies se considera que se mantienen en ambientes de ensayo forestal, de igual modo que podría mantenerse su semilla mediante criopreservación.

Colecciones y Ensayos de Procedencias

Los ensayos de procedencias se caracterizan por muestrear partes de la distribución de una especie que son de interés para los esfuerzos de reforestación. Se exponen intencionadamente muchos genotipos diversos a ambientes con condiciones muy hereditarias, lo que permite una mayor resolución de una variación genética importante, limitada por la variación ambiental local, reducida al mínimo. Lamentablemente, muchas poblaciones periféricas (marginales) y aisladas no se muestrean en este tipo de ensayos.

Poblaciones de Mejora Genética

La mejora genética forestal es el medio más dinámico y flexible de conservación genética (Eriksson *et al.* 1993), especialmente con el uso de poblaciones de mejora múltiples sometidas a diferentes presiones de selección (esto es, tanto características de adaptación como económicas). Aunque la mayoría de los programas de mejora forestal se estructuran con poblaciones múltiples, hay oportunidades adicionales de aumentar la variación genética mediante mejora genética. Por ejemplo, la variación inter e intra especies podría servir como fuente de variación genética para la adaptación a nuevos ambientes (P.ej. Lewontin y Birch 1966).

En resumen, se dispone de diferentes sistemas de conservación genética en el desarrollo de una estrategia. Hay que elaborar una combinación de conservación *in situ* y *ex situ* para cada especie que considere la biología reproductiva, el ámbito ecológico y geográfico, la situación de los programas existentes de procedencias y mejora genética y la representación actual en las áreas protegidas existentes.

APLICACION DE UNA ESTRATEGIA PRELIMINAR

Como se mencionó anteriormente, nuestra estrategia pretende identificar las poblaciones que requieren atención inmediata en cuanto a conservación genética e identificar también los problemas de ordenación que hay que resolver para la perpetuación adecuada de germoplasma.

1ª Parte: Inventario de Areas Protegidas

La primera tarea consistió en evaluar la situación de cada especie dentro de las actuales reservas protegidas por la legislación (es decir, Reservas Ecológicas, Parques Provinciales, Parques Nacionales).

1. Se utilizaron las eco-regiones como primera estratificación de la provincia porque representaban una distinción bastante aceptable en cuanto a altitud y longitud y a grandes diferencias ecológicas. Para cada una de las 32 eco-regiones terrestres de la provincia, se catalogaron las Reservas Ecológicas, los Parques Provinciales y los Parques Nacionales mayores de 250 ha. para cada combinación de zona biogeoclimática (BGC) junto con la presencia supuesta de especies arbóreas. Se suponía que las reservas de 250 ha. o más contaban con un número razonablemente importante de las especies elegidas para atender los intereses de conservación. Con el uso de las zonas BGC dentro de cada eco-región se consiguió una estratificación adicional que considera, en general, las comunidades por altitud y especies. Para cada combinación de especie y BGC, se catalogó la frecuencia media de la especie en aquella BGC a fin de tener una idea aproximada de si la combinación era central o periférica respecto a la amplitud ecológica de la especie. Se emplearon mapas forestales y mapas de asociación de especies elaborados por el Ministerio de Montes de CB (1991). Generalmente se disponía de datos sobre volúmenes para los Parques Provinciales y los Parques Nacionales y se consiguieron estimaciones de volúmenes del Sistema de Inventarios Forestales del Ministerio de Montes (Lester *et al.* 1993).

2. Se contabilizó por especies el número de reservas ecológicas y parques en que se podía proteger una especie determinada.

3. Basándose en el conocimiento de los modelos de variación genética de cada especie, se analizaron los inventarios de cada eco-región por especies. La tarea de análisis se redujo mediante el muestreo de las eco-regiones en tres categorías. En primer lugar, estaban las eco-regiones "centrales", en las que una especie determinada es muy frecuente y la eco-región es céntrica en cuanto al ámbito de la especie en CB. En segundo término, estaban las eco-regiones "periféricas". Se consideró periférica tanto en el contexto geográfico como en el biogeoclimático de la distribución de la especie (Lester *et al.* 1993). En tercer lugar, estaban las eco-regiones "aisladas", que incluían poblaciones situadas fuera de la distribución continua de la especie.

4. Dentro de cada categoría (es decir, combinación de eco-región y zona BGC) se estudió el sistema de Inventarios Forestales del Ministerio de Montes a fin de estimar el "número de pies" existentes en cada una de las áreas protegidas. Los volúmenes de madera se transformaron en "número de árboles" basándose en la relación entre el volumen por árbol y el número de pies por hectárea.

5. Se identificaron las zonas en que se recomienda una protección adicional. Las recomendaciones se basaron en el número y distribución de las reservas y en el número estimado de árboles en cada una de ellas. Se dispone de mapas de distribución de áreas protegidas para cada especie y de áreas recomendadas para protección adicional (Lester y Yanchuk 1996).

Este análisis confirmó que, para la mayoría de las especies, gran número de árboles están protegidos por ley contra los aprovechamientos. Sin embargo, para otras especies, o no se dispone de información o no está actualmente disponible o la protección falta o es inadecuada. Los detalles de este estudio se presentan en Lester *et al.* (1993), y Lester y Yanchuk (1996).

2ª Parte: Establecimiento de Prioridades de Conservación Genética

Aunque la 1ª Parte representa un paso importante en el desarrollo de una estrategia de conservación de las 23 especies arbóreas de coníferas de la CB, no es suficiente por sí sola. Con la información de la 1ª Parte, intentamos seguidamente establecer prioridades referentes a las poblaciones de las 23 especies necesitadas de alguna actividad de conservación.

Se eligieron los siguientes criterios para establecer prioridades (formulados como preguntas):

1. *¿Es "común" la especie?* La condición de "común" de cada especie se definió mediante un cuadro en el que se estimaba la frecuencia de una especie determinada en cada una de las 14 zonas biogeoclimáticas (Meidinger & Pojar 1991). El número de zonas en que se encuentra cada especie se multiplicó por la frecuencia media en cada zona (presente pero poco común = 1; común = 2; abundante = 3). Con este método los valores variaban desde 1 para el *Pinus banksiana* a 27 para el *Pinus contorta*. A continuación se invirtió la lista de puntuación y se dividió en tres clases: los valores entre 1 y 5 fueron puntuados como "3" (que indica ahora que no es común), los valores entre 6 y 9 se puntuaron como "2" (que indica que es moderadamente común) y los valores entre 10 y 27, como "1" (lo que indica muy común).

2. *¿Tiene la especie un ámbito extenso?* Las especies de ámbito extenso generalmente representan un espectro más amplio de ambientes, y cabe esperar que abarquen poblaciones más aisladas con mayor diferenciación genética. Se asignaron puntuaciones a las especies del modo siguiente, basándose en el porcentaje de la provincia cubierto por el ámbito de la especie: < 5% = 3; 5% a 25% = 2, y > 25% = 1 (utilizando los mapas forestales de Krajina *et al.* (1982)).

3. *¿Qué capacidad tiene la especie en cuanto a regeneración natural?* Se utilizaron los métodos de regeneración recomendados por Weetman y Vyse (1990) para obtener puntuaciones para aquellas de las que existe gran experiencia en cuanto a regeneración natural y artificial. Cuando el método recomendado es la regeneración natural, se asignó una puntuación 1 y cuando se considera que no es viable la regeneración natural, la especie se puntuó con "3" (Cuadro 1). Las puntuaciones "2" se asignaron a las especies que se encuentran en el punto medio en cuanto al potencial de regeneración natural.

4. *¿Cuál es la situación de la especie en las reservas actuales?* Una especie que está bien representada en las áreas actualmente protegidas se considera que tiene menor riesgo que una especie que no lo está. Las especies bien representadas se puntuaron con "1"; cuando se necesitaba información adicional sobre la situación en las reservas, se asignó la puntuación "2"; y cuando se necesitaba información adicional además de observarse deficiencias en el estado de las reservas, se aplicó un "3" (Cuadro 1).

5. *¿Está incluida la especie en los programas de procedencias y mejora genética?* Para el presente análisis, no se consideró tan importante el tamaño del programa o los detalles de las poblaciones *ex situ* como el que cayeran o no en las tres amplias categorías de programas. El caso de "ensayos abundantes *ex situ*" se puntuó con "1," el de ensayos moderados con "2" y la inexistencia de ensayos, con "3" (Cuadro 1), tanto para los ensayos de procedencias como de progenies.

6. *¿Cuál es el valor económico actual o potencial de la especie?* Una especie como el *Taxus brevifolia* exigía más atención inmediata después de su aumento en interés debido a la utilización potencial en tratamientos contra el cáncer (Wheeler y Hehnan 1993), que el caso del *Juniperus scopulorum*, por ejemplo. De este modo, el valor económico potencial representaba una amenaza de aprovechamiento excesivo y aumentaba la prioridad del tejo en las actividades de conservación genética.

Podrían emplearse muchos métodos para reunir los criterios antes mencionados dentro de una lista significativa de prioridades. Estas "puntuaciones" generales subjetivas de cada una de las categorías sirven para clasificar las 23 especies (Cuadro 1). La variación de las puntuaciones resumidas indican cómo separa este método las especies con riesgo relativamente alto de aquéllas que tienen un riesgo relativamente bajo. La conservación genética de la *Tsuga heterophylla* de CB requiere actualmente poca atención en comparación con el *Taxus brevifolia* y el *Pinus albicaulis*. Incluso para el *Taxus brevifolia*, basándose en nuestros análisis ecológicos y estudios de variación genética (El-Kassaby y Yanchuk 1994), ya no existe una amenaza inmediata. Otras muchas inquietudes pueden ser también exageradas o subestimadas debido simplemente a nuestra relativa ignorancia sobre la gravedad de las amenazas (p.ej. la rolla de ampollas (blister rust) y el *Pinus albicaulis*) (Keane y Arno 1993) (Lámina 1).

PROBLEMAS FUTUROS DE ORDENACION

A la vista de los resultados de este estudio, surgen nuevas preguntas. Por ejemplo, se necesitan: i) nuevos trabajos en el campo del muestreo de poblaciones para colecciones *ex situ*, ii) "comprobación en el terreno" de las reservas actuales cuando son escasos o faltan los datos y iii) examinar la bondad de ciertas poblaciones no situadas en CB, mediante iniciativas de cooperación en materia de conservación genética o mediante colecciones estratégicas *ex situ*. Sin embargo, éstos son problemas locales que pueden ser pequeños en comparación con algunos grandes problemas que siguen existiendo. En primer lugar, puede suceder que las reservas que actualmente se aceptan como adecuadas para la conservación genética no mantengan estas características de forma indefinida. Será necesario repetir el análisis con intervalos de 10 a 20 años y esto puede ser más crítico para las especies de menor ámbito o para las que no tienen clasificación inferior (Cuadro 1). En segundo lugar, hay que contar con la amenaza de "contaminación genética" de las reservas *in situ* procedente de plantaciones comerciales adyacentes. La vigilancia o la repetición del análisis del estado de las reservas *in-situ* tendrán que considerar la proximidad y la contaminación potencial de polen procedente de plantaciones comerciales. En tercer término, con el paso del tiempo las plantaciones comerciales con material genéticamente mejorado es de esperar que ocupen superficies relativamente extensas. La base genética de estas plantaciones puede ser relativamente reducida, pero el número total de individuos, en las condiciones de unas masas regulares bien ordenadas, podría servir como gran reserva para la acumulación de nuevas mutaciones, si se pueden identificar. Puede ser el momento de dejar de considerar las poblaciones de producción como poblaciones sin futuro.

CONCLUSIONES

Las clasificaciones (Cuadro 1) constituyen una primera aproximación de las posibles prioridades actuales de conservación, pero es de esperar que éstas cambien a medida que se vaya adquiriendo nueva información. Nuestro desafío es continuar recogiendo esta información y poner en práctica las tácticas necesarias para asegurar la conservación adecuada de los recursos genéticos de las coníferas de la CB. En conclusión, este estudio sirve como primer paso fundamental en el desarrollo de una estrategia general para la ordenación de los recursos genéticos de coníferas de la CB.

REFERENCIAS

BC Ministry of Forests. 1991. Ecosystems of British Columbia. D. Meidinger and J. Pojar (Eds.). Victoria, BC.

El-Kassaby, Y. and A.D. Yanchuk. 1994. Genetic diversity, differentiation and inbreeding in pacific yew from British Columbia. J. Hered. 85: 112-117.

Eriksson, G., G. Namkoong and J.H. Roberds. 1993. Dynamic gene conservation for uncertain futures. For. Ecol. Manage. 62: 15-37.

Falk, D.A. 1987. Integrated conservation strategies for endangered plants. Nat. Areas J. 7: 118-123. Goodnight, C.J. 1988. Epistasis and the effect of founder events on the additivegenetic variance. Evolution 42: 441-454.

Hill, W.G. 1982. Predictions of response to artificial selection from new mutations. Genet. Res., Camb. 40: 255-278.

Keane, R.E. and S.F. Arno. 1993. Rapid decline of whitebark pine in western Montana: evidence from 20-year remeasurements. West. J. Appl. For. 8: 44-47.

Krajina, V.J., K. Klinka and J. Worrall. 1982. Distribution and ecological characteristics of trees and shrubs of British Columbia. Faculty of Forestry, University of British Columbia, Vancouver, BC.

Ledig, F.T. 1986. Conservation strategies for forest gene resources. For. Ecol.Manag. 14: 77-90.

Lester, D.T., E.M. Campbell and A.D. Yanchuk. 1993. A gene conservation strategy for BC conifers. Part I. A survey of protected areas for the maintenance of genetic resources of conifers of British Columbia. BC Ministry of Forests, Research Report. Unpublished Internal Report.

Lester, D.T. and A.D. Yanchuk. 1996. A survey of the protected status of conifers in British Columbia: in situ gene conservation. BC Ministry of Forests, Research Report No.04, Victoria, BC.

Lewontin, R.C. and L.C. Birch. 1966. Hybridization as a source of variation for adaptation to new environments. Evolution 20: 315-336.

Madelena, F.E. and A. Robertson. 1975. Population structure in artificial selection: studies with *Drosophila melanogaster*. Genet. Res., Camb. 25: 113-126.

Meidinger, D. and J. Pojar. 1991. Ecosystems of British Columbia. Ministry of Forests Special Report.

Namkoong, G. 1984. Strategies for gene conservation in forest tree breeding. *In*: Yeatman, Kafton and Wilks (Eds.). Plant gene resources: a conservation imperative. AAAS Selected Symp. 87, Westview Press, Boulder, CO. pp. 79-89.

Riggs, L.R. 1982. Douglas-fir genetic resources: An assessment and plan for California. California gene resource program, Sacramento, CA.

Weetman, G. and A. Vyse. 1990. Natural regeneration. pp. 118-129 *In*: Regenerating British Columbia's Forests. D.P. Lavender *et al.* (Eds.).University of British Columbia Press, Vancouver, BC.

Wheeler, N.C. and M.T. Hehnan. 1993. Taxol: a study in technology commercialization. J. For. 91: 15-18.

Yanchuk, A.D. and D.T. Lester. 1996. Setting priorities for conservation of the conifer genetic resources of British Colombia. For. Chron. 72:406-415.

Yang, R.C. and F.C. Yeh. 1992. Genetic consequences of *in situ* and *ex situ* conservation of forest trees. For. Chron. 68: 720-729.

Lámina 1. *Rodal de pino de corteza blanca (Pinus albicaulis) que sufre una gran mortalidad ocasionada por una enfermedad introducida, la roya de ampollas (blister rust) del pino blanco (Cronartium ribicula). Estudios recientes indican que la enfermedad está extendida por la mayoría de las masas de CB [Fotografía cortesía del Dr. Ray Hoff].*

Cuadro 1. "Puntuación" de la conservación genética de 23 especies, basada en cinco criterios para establecer la prioridad en cuanto a la necesidad de un esfuerzo adicional. La puntuación total elevada representa especies de gran prioridad. Las especies están ordenadas por puntuación "del estado de las reservas" en toda la extensión de la red de áreas legalmente protegidas. Un valor económico actual elevado se indica con un asterisco. Las especies con "+" se supone que tienen menor puntuación debido a una situación desconocida en cuanto a los criterios de "regeneración natural".

ESPECIE	Común[1]	Ambito[2]	FRN[3]	EP[4]	PM[5]	Total
Estado de las Reservas "3"						
Juniperus scopulorum	2	2	2	3	3	12
Larix laricina	3	2	1	3	3	12
Larix lyalli	3	3	2	3	3	14
Pinus albicaulis	3	2	3	3	3	14
Pinus banksiana	3	3	3	3	3	15
Pinus flexilis	3	3	?	3	3	12+
Estado de las Reservas "2"						
Abies amabilis	2	2	2	2	3	11*
Abies grandis	2	3	2	2	3	12
Picea mariana	2	1	1	3	3	10
Picea sitchensis	3	2	1	1	1	8*
Pinus monticola	2	2	2	2	1	9
Tsuga mertensiana	2	2	1	3	3	13
Taxus brevifolia	2	2	?	2	3	9+
Estado de las Reservas "1"						
Abies lasiocarpa	1	1	2	3	3	10*
Chamaecyparis nootkatensis	3	2	2	1	1	9*
Larix occidentalis	2	3	2	1	1	10*
Picea engelmannii	2	1	2	2	2	9*
Picea glauca	1	1	2	2	1	7*
Pinus contorta	1	1	1	1	1	5*
Pinus ponderosa	2	3	2	2	3	12*
Pseudotsuga menziesii	1	1	2	1	1	6*
Thuja plicata	1	1	2	1	1	6*
Tsuga heterophylla	1	1	1[a]	2	1	6-7*

[a] en climas marítimos; [1] "1" es común; "3" no es común; [2] "1" indica un ámbito extenso; "3" ámbito reducido en C.B.; [3] Facilidad de Regeneración Natural: "1" regeneración natural frecuente; "3" regeneración natural poco frecuente; [4] Ensayo de Procedencias: "1" especies incluidas en los programas de ensayos de procedencias; "2" especies con ensayos de procedencias limitados; "3" no hay ensayos de procedencias; [5] Programas de Mejora genética: "1" especies incluidas en programas de mejora genética de gran alcance; "2" especies con un programa relativamente reducido de mejora o selección genética; "3" no hay mejora genética ni selección.

CONSERVACION GENETICA DE LAS PODOCARPACEAE EN COLOMBIA

por

A. Marin[1], J. L. Romero[2], J. A. Wright[3]

Se suele dar por supuesto, cuando se hace referencia a los bosques nativos de Sudamérica, que se trata de bosques de frondosas. Hay, sin embargo, rodales de coníferas indígenas esparcidos a través del continente; aunque estos rodales representan sólo el 3% del total de los bosques, sus tasas de deforestación pueden ser más del doble de las correspondientes a los bosques de frondosas (maderas duras) (Gomez 1992).

Las coníferas nativas de Colombia, que suelen encontrarse en ecosistemas de montaña, no se han librado del proceso de deforestación que consume los bosques de toda América Latina. Como resultado de la transformación de los ecosistemas forestales para la agricultura, queda sólo un número limitado de rodales en los Andes colombianos donde se puede estudiar las especies de coníferas indígenas, describir sus hábitats y obtener material genético para propagación y conservación.

La única familia del orden de las Coniferae registrada en Colombia es la de las *Podocarpaceae*. El nivel de conocimientos sobre la ecología de los podocarpos es limitado, debido en parte a que estas especies han tenido poco atractivo comercial o selvícola y porque gran parte de su hábitat natural se ha transformado para la agricultura. Las pocas poblaciones que quedan de podocarpos se encuentran en zonas inaccesibles o no adecuadas para la agricultura. La mayoría de los trabajos publicados sobre los podocarpos colombianos son de carácter taxonómico o morfológico (Castañeda y Perea 1982, Diaz y Sanchez 1982, Barrera 1984, Rodriguez y Peña 1984, Torres-Romero 1988). Muy poco se ha escrito sobre la producción de semilla, el almacenamiento de la semilla, su germinación, técnicas de propagación, establecimiento de plantaciones, etc. y la información disponible es fragmentaria y de carácter local (Marin 1994b).

El ámbito altitudinal de la mayoría de los podocarpos de Perú, Ecuador, Colombia, y Venezuela se encuentra entre los 1.800 y 3.000 msnm (Veillon 1962, Zevallos 1988, Parent 1989, Loján 1992). Los podocarpos suelen estar presentes en estaciones de elevada altitud con bajas temperaturas y alto nivel de humedad (Luna 1981). Marin (1994b), encontró el *Podocarpus oleifolius* var. *macrostachyus* en los bosques de montaña de los Andes colombianos en altitudes entre los 2.000 y los 3.200 msnm. De acuerdo con el triángulo de zonas de vida de Holdridge, se trata de bosques de montañas bajas húmedos y muy húmedos (Espinal 1981). Se encontró el *Prumnopitys* asociado con el *Podocarpus* pero algo más limitado de distribución, en altitudes entre 2.200 y 3.100 m. (Marin 1994b).

El Departamento de Investigación Forestal de Smurfit Cartón de Colombia (SCC) comenzó en 1993 un estudio de los podocarpos (denominados corrientemente pinos colombianos) en las montañas andinas centrales y suroccidentales de Colombia. Se partió de la hipótesis de que estudiando la fenología y la ecología de estas especies, podrían desarrollarse estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* para reducir al mínimo la posibilidad de perder las únicas coníferas indígenas de la flora colombiana. Existen varios factores que amenazan la supervivencia de esta familia:

---

[1] Servicios de Ingeniería Forestal y Ambiental, (Contratista, Smurfit Cartón de Colombia), Calle 75 # 73-128, Medellin Colombia

[2] Director Técnico, CAMCORE, NC State University, Box 7626, Raleigh NC 27695 USA (anteriormente Director de Viveros, Smurfit Cartón de Colombia)

[3] Presidente, Wright Forest Mgt. Consultants Inc. (Contratista, Smurfit Cartón de Colombia), 205 Brendan Choice, Cary NC 27511 USA

1. Los bosques montanos y premontanos de Colombia se han reducido drásticamente debido a la expansión de la frontera agrícola;
2. el aprovechamiento selectivo ha reducido la frecuencia y dominancia de los podocarpos en los bosques residuales, dejando poblaciones muy degradadas con bases genéticas limitadas; y
3. la fisiología reproductiva de estas especies limita la posibilidad de regeneración natural.

Este negativo escenario motivó la selección de árboles de la familia *Podocarpaceae* para trabajos de mejora genética y conservación. Los departamentos colombianos donde tuvo lugar la selección fueron: Nariño, Cauca, Valle, Quindío, Risaralda, y Antioquía en altitudes que varían de 1.800 a 3.200 msnm. Durante el proceso de selección se consideraron aproximadamente 580 árboles; se eligieron 30 que representan tres especies y una variedad: *Podocarpus oleifolius,* D. Don ex Lamb, *Podocarpus oleifolius* var. *macrostachyus* (Parl.) Buchh. & Gray, *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Wild) De Laubenfels, y *Prumnopitys harmsiana* (Pilger) De Laubenfels (Marin 1994).

Marin (1994b) localizó la familia *Podocarpaceae* en pendientes de fuerte inclinación de los Andes Colombianos; todas estas estaciones tenían una elevada humedad relativa y una capa de hojarasca bien definida. Las poblaciones estudiadas se encontraban en masas mezcladas en asociación con las familias *Cunoniaceae, Araliaceae, Lauraceae, Clusiaceae* y *Myrtaceae* en el piso dominante de la cubierta de copas y con *Melastomaceae, Ericaceae, Actinidiaceae* y *Theaceae* cuando están todavía en el piso dominado (Marin 1997). Hay que señalar una característica importante referente a la de la posición en la cubierta de copas con respecto a la edad y a exigencia de luz. Los podocarpos adultos tienden a ocupar una posición dominante en la cubierta forestal. En contraste con ello la regeneración natural del podocarpo sólo tiene lugar en áreas sombreadas porque las plántulas no toleran la exposición directa a la luz solar.

Los podocarpos estudiados se consideran muy amenazados debido a la destrucción del hábitat y a la naturaleza dioica de la especie; los podocarpos colombianos son dioicos aunque el *Prumnopitys montana* puede ser también monoico (Torres-Romero 1988). La deforestación y la selección de los mejores ejemplares han dejado pocos individuos de podocarpos, genéticamente degradados, en las áreas estudiadas. Se necesita un equilibrio adecuado de ejemplares masculinos y femeninos para que se produzca la polinización y la reproducción; se ha comprobado que las distancias superiores a 70 m. entre individuos de podocarpos limitan la polinización en Sudáfrica (Midgley 1989). Marin (1997) afirma que la distancia entre ejemplares masculinos y femeninos es la causa más probable de la escasa producción de semilla de los podocarpos colombianos.

Los podocarpos difieren de la mayoría de las coníferas en que no tienen semillas aladas; éstas tienen una cubierta carnosa de color entre amarillo y anaranjado, que es muy atractiva para los animales, que son a su vez responsables de gran parte de la dispersión de la semilla. Las observaciones fenológicas del *Podocarpus oleifolius* var. *macrostachyus*. El *Prumnopitys montana* y *P. harmsiana*, en la región andina de Colombia, hicieron posible registrar tendencias en cuanto a la producción de frutos y semillas (Marin 1995). La producción de semilla tiene lugar de abril a octubre, con el máximo número de piñas (drupas) en los meses de junio a agosto.

Se recogió semilla en un esfuerzo por desarrollar técnicas de vivero para la propagación de estas especies. Se realizaron ensayos de germinación, incluyendo diferentes tratamientos en cuanto a sombra y sustrato, en los viveros forestales de Smurfit Cartón de Colombia (SCC). Lamentablemente, la germinación fue escasa por lo que no parece prometedor el empleo de la semilla para regeneración. Los estudios han demostrado que las semillas de podocarpos son recalcitrantes (Fountain *et al* 1989, Shaefer 1989). Se necesita más trabajo de vivero para determinar los factores que influyen en la viabilidad de la semilla, la latencia y germinación (Marin 1997). La incertidumbre relativa a la fructificación y disponibilidad de semilla, su escasa viabilidad y las dificultades inherentes a su almacenamiento, todo hace que la propagación vegetativa sea una alternativa atrayente frente a la regeneración por semilla (Rodríguez y Peña 1984, Marin 1995).

La propagación vegetativa mediante estaquillas con raíz de *Podocarpus oleifolius* var. *macrostachyus* se ensayó en el vivero del SCC del Departamento del Cauca (Ramírez 1996, Marin 1997). Aunque el enraizamiento era escaso, los porcentajes para todos los tratamientos estuvieron entre el 72 y el 92% después de cinco meses; los resultados indican que la propagación vegetativa puede ser un sistema prometedor de propagación y conservación de esta especie. Se realizaron trabajos similares de propagación con el *Prumnopitys harmsiana* en el vivero de Restrepo del SCC en el Departamento del Valle. Los porcentajes de enraizamiento fueron inferiores, del 18 al 51% para los diversos tratamientos.

Se intentó la propagación *in vitro* con el *Prumnopitys harmsiana* y el *P. montana*; se estudió la desinfección y la inducción del desarrollo y crecimiento de los propágulos. Se elaboró un protocolo para la producción de explantos sin contaminación; la inducción de callos tuvo sin embargo menos éxito, con una inducción de sólo el 25% con el mejor tratamiento (Calle *et al* 1996). Este ensayo, junto con otros trabajos de micropropagación con podocarpos de Colombia, tiene que producir a pesar de todo propágulos que puedan plantarse en el campo (Pinzón 1984, Carrizosa 1984, Serrano 1985, Buitrago 1985, Calle y Torres 1996). A pesar de la relativa falta de éxito, se han dado importantes pasos para el desarrollo de estrategias eficaces de propagación y preservación de los podocarpos de Colombia.

Un aspecto inmediato de la conservación genética es la plantación de brinzales y estaquillas con raíz en el ámbito natural de los podocarpos. Las áreas plantadas, establecidas como repoblaciones o plantaciones de enriquecimiento, podrían utilizarse para la recolección futura de semilla pero se pretende también en la actualidad que sirvan como plantaciones *in situ* para conservación genética. Desde el comienzo del programa en 1993 se han plantado varios millares de propágulos; a medida que la investigación indique los mejores métodos de propagación, podrá aumentarse la producción y desarrollo de los mismos.

La continuación de este proyecto de investigación es fundamental a fin de salvar las especies de Colombia. La Compañía (SCC) ha identificado tres métodos de mejora y propagación de árboles en los que el personal tiene amplia experiencia. Además, el apoyo de los estudiantes en las universidades locales está generando una información muy necesaria. Se espera que los futuros esfuerzos de las ONGs y organismos del Gobierno aborden también el problema de la investigación y conservación de las *Podocarpaceae* de Colombia.

REFERENCIAS

Barrera, E. (1984). Identificación de plántulas de algunas especies arbóreas del bosque de neblina en la Cordillera Oriental de Colombia. Thesis. Universidad Nacional, Bogotá. 167 p + glosario, 25 figs.

Buitrago, E. (1985). Obtención de yemas adventicias de *Podocarpus gustemalensis* standley in vitro. Thesis. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Calle, V. y Torres, Y. 1996. Estudios preliminares de propagación vegetativa de pino colombiano (*Prumnopitys spp.*) mediante el cultivo de yemas in vitro. Thesis. Universidad del Tolima. Ibagué. 103p + anexos.

Calle V., Torres, Y. y Marin, A.M. (1996). Adelantos en la propagación vegetativa de pino colombiano (*Prumnopitys spp*) por cultivo de yemas in vitro. Smurfit Cartón de Colombia. Cali. Research Report No. 178 12p.

Carrizosa, M.S. (1984). Propagación vegetativa de *Podpcarpus rospigliosii* por cultivo de yemas in vitro. Thesis. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Castañeda, F. y Perea, A. (1982). Contribución al conocimiento morfológico de las estructuras florales de *Podocarpus montanus* (willd) lodd. Monografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 92p.

Diaz, M. y Sanchez, M. (1982). Contribución al conocimiento morfológico de *Podocarpus oleifolius* D. Don (*P. oleifolius* var. *macrostachyus*) con especial referencia a las estructuras reproductoras (polen y semilla). Monografía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 99p.

Espinal, L.S. (1981). Apuntes sobre la flora de la región central del Cauca. Colciencias. 136p.

Fountain, D.W., Holdsworth, J.M. and Outred, H.A. 1989 The dispersal unit of *Dacrycarpus dacrydioides* (A. Rich.) de Laubenfels (Podpcarpaceae) and the significance of the fleshy receptacle. Botanical Journal of the Linnean Society 99(3):197-207.

Gomez, A. (1992). La deforestación de los bosques de *Podocarpus*. Revista Bosques y Desarrollo (6): 3-46.

Lojan, L. (1992). El verdor de los Andes. Arboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino. FAO, Proyecto desarrollo forestal participativo en los Andes. Quito-Ecuador. 217p.

Luna, A. (1981). Estudio preliminar sobre crecimiento y edad del Pino Laso, *Podocarpus rospigliosii* en el bosque San Eusebio, Mérida, Venezuela. Forestal Latinoamericana. (1):19-32.

Marin, A.M. (1994). Identificación y selección de árboles de Podocarpaceae en las zonas central y suroccidental andina colombiana. Smurfit Cartón de Colombia. Cali. Research Report No. 163.

Marin, A.M. (1994b). Caracterización de habitats naturales y posibilidades de reproducción de las Podocarpaceae andinas de Colombia. Smurfit Cartón de Colombia. Cali. Research Report No. 165. 18p.

Marin, A.M. (1995). Observaciones fenológicas y propagación sexual de tres especies de Podocarpaceae de la zona Andina Colombiana. Smurfit Cartón de Colombia. Cali. Research Report No. 169. 13p.

Marin, A.M. (1997). Ecologia y silvicultura de las Podocarpaceas andinas de Colombia. (in review), Calle 75 # 73-128, Medellin Colombia.

Midgley, J. (1989). Pollen dispersal distances for a conifer canopy species in the Knysna forest. South African Journal of Botany 55(6):662-663.

Pinzon, M.E. 1984. Obtención de tejido diferenciado en *Podocarpus rospigliosii* Pilger. Thesis. pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Ramirez, J. (1996). Propagación vegetativa de *Podocarpus oleifolius* var. *macrostachyus* por injerto y por estacas con aplicación de fitohormonas. Thesis. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Santa Fé Bogotá. 121p.

Rodriguez, J.O. y Peña, J.R. (1984). Flora de los Andes. Cien especies del altiplano Cundi-Boyacense. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez. (CAR). 247p.

Schaefer, C. (1989). Storage and germination of seeds of *Podocarpus milanjianus*. Technical Note Kenya Forestry Research Institute No. 11. 14p.

Serrano, C.M. 1985. Obtención de yemas adventicias a partir de cultivo *in vitro* de yemas terminales de *Decussocarpus rospigliosii* (Pilger) de Laubenfels. Thesis. Pontifica Universidad Javeriana. Bogotá.

Torres, J.H. 1988. Monografia No 5: *Podocarpaceae*. Flora de Colombia. Bogotá. Imprenta Nacional. 75p.

Veillon, J.P. 1962. Coniferas autóctonas de Venezuela: Los *Podocarpus*. Con especial énfasis sobre las podocarpáceas de la región central del estado Mérida, Venezuela. Mérida, Universidad de los Andes. 159p.

Zevallos, P. 1988. Estudio dendrológico de las podocarpáceas y otras especies Forestales de Jaén y San Ignacio. Ed. Gráfica Bellido. Lima, Perú. 71p.

Figura 1. *Arbol seleccionado de Podocarpus oleifolius var. macrostachyus en Laguna la Cocha, Departamento de Nariño, sur de Colombia.*

LA PAGINA INICIAL SOBRE RECURSOS GENETICOS FORESTALES EN EL SITIO WEB DE LA FAO

La página inicial de la FAO sobre recursos genéticos forestales en inglés ha sido actualizada (las versiones francesa y española están siendo elaboradas). La dirección es la siguiente:

http://www.fao.org/waicent/faoinfo/forestry/fogenres/homepage/content.htm

FAO's PROGRAMME ON CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF FOREST GENETIC RESOURCES

- Evolution of FAO's work in the conservation and sustainable use of forest genetic resources.
- Forest genetic resources in preparation for the Fourth International Technical Conference on Plant Genetic Resources For Food and Agriculture (Leipzig, Germany, June 1996)
- A Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Use of Forest Genetic Resources

FAO's current programmes in Forest Genetic Resources

- REFORGEN: FAO global information system on forest genetic resources
- The International Neem Network
- Studies on Mahogany species in Central and South America
- In situ conservation
- Ex situ conservation
- Safe movement of tree germplasm
- Evaluation of field trials in arid and semi-arid zones
- The International Poplar Commission

Publications related to Forest Genetic Resources

- List of FAO Publications
- Forest Genetic Resources (annual bulletin)
- Report on the 9th session of FAO Panel of Expert of Forest Gene Resources (October 1995)

Please send your comments and suggestions to:

: Forest-Genetic-Resources@fao.org

HACIA UN MARCO COHERENTE PARA LA CONSERVACION Y UTILIZACION SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES

por

Christel Palmberg-Lerche
Jefe del Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales
Dirección de Recursos Forestales
FAO, Roma

INTRODUCCION

Los bosques y terrenos arbolados proporcionan una extensa variedad de bienes y servicios en apoyo del sustento humano y de las economías locales y nacionales. Además de madera y productos madereros como leña y carbón vegetal, postes y piquetes, incluyen alimentos, forrajes y medicinas, así como sombra, abrigo, protección de cuencas hidrográficas y estabilización y mejora del suelo.

El bienestar y la productividad de los bosques dependen de la estructura y dinámica de su base genética. La negligencia o la mala ordenación ocasionan una pérdida de recursos genéticos, la reducción del nivel y calidad de los bienes y servicios que proporcionan, el aumento de la vulnerabilidad ecológica y la pérdida de beneficios potenciales procedentes de la mejora genética.

Las amenazas a la integridad de los recursos genéticos forestales incluyen la deforestación y el cambio de uso de las tierras, los sistemas inadecuados de aprovechamiento de la madera y productos no madereros, el sobrepastoreo y el cambio climático. Otra amenaza puede producirse por el frecuente traslado incontrolado y sin documentar de germoplasma forestal exótico para la plantación de árboles y el establecimiento de plantaciones, lo que puede ocasionar la pérdida futura de adaptación local debida a la hibridación de poblaciones locales genéticamente diversificadas, con especies o fuentes de semilla no locales (procedencias).

Muchas especies de árboles forestales se caracterizan por sus altos niveles intrínsecos de diversidad y por los extensos ámbitos naturales que con frecuencia sobrepasan las fronteras nacionales. Por ello, la cooperación regional e internacional constituye un requisito previo para la evaluación, conservación, ordenación sostenible y uso racional de los recursos genéticos forestales.

Las soluciones generales en materia de conservación genética y ordenación de los recursos genéticos forestales variarán necesariamente según las circunstancias nacionales de carácter ambiental, económico y social, el marco institucional y legal y las necesidades y prioridades existentes en los países interesados. Las decisiones sobre las estrategias de conservación a aplicar por los países variarán a su vez dependiendo de los conocimientos básicos disponibles sobre la genética y variación de las especies prioritarias y sobre su ordenación y selvicultura, la urgencia y tipo de uso de los recursos y las amenazas y presiones existentes. También vendrán determinadas en gran medida por la existencia de una capacidad institucional y de financiación para conseguir la continuidad en el tiempo de las actividades.

PLAN DE ACCIÓN

La Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, celebrada en Leipzig, Alemania, en junio de 1996, adoptó un *Plan Global de Acción para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación* que indicaba que los recursos genéticos

forestales no se incluirían en el plan pero que se debía analizar la necesidad de actuar en este campo a la luz de los resultados del trabajo del Cuadro Intergubernamental sobre Bosques (CIB)[1]. El CIB que celebró su cuarta y última reunión en febrero de 1997 no trató el problema de los recursos genéticos forestales.

Considerando la urgencia de esta materia, la FAO planteó el tema de los recursos genéticos forestales como objeto de una importante discusión en la Decimotercera Reunión del Comité de Montes. De acuerdo con las recomendaciones del COFO, aprobadas posteriormente y desarrolladas con más detalle en la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales[2], esta organización ha emprendido acciones para ayudar a planificar y coordinar una serie de talleres regionales y subregionales sobre recursos genéticos forestales, a realizar en estrecha consulta y colaboración con los socios nacionales e internacionales.

TALLERES REGIONALES Y SUB-REGIONALES: FINALIDADES Y OBJETIVOS

La finalidad general de los talleres regionales y subregionales programados sobre conservación, ordenación, utilización sostenible y fomento de los recursos genéticos forestales, es el desarrollo de planes dinámicos regionales y subregionales dirigidos por los países y orientados a la acción, aprobados y utilizados por los países interesados, para ayudar a conseguir la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos forestales, como base para el desarrollo local y nacional, incluyendo la seguridad alimentaria, el alivio de la pobreza, la conservación ambiental, el avance económico y social y el mantenimiento de los valores culturales y espirituales. Estos planes de acción deben ser, sin excepción, compatibles con las estrategias nacionales y regionales en otros campos, contribuyendo junto con éstos a unos planes dinámicos y multidisciplinares dirigidos al desarrollo general sostenible.

Los programas nacionales de conservación genética forestal constituirán los elementos esenciales de los planes de acción regionales y subregionales. A este respecto, hay que admitir que los planes y programas nacionales variarán de acuerdo con los ambientes locales, biológicos, económicos y sociales y según las necesidades y prioridades nacionales. La finalidad de los talleres programados es ayudar a perfilar una acción concertada a nivel regional. El objetivo no es el desarrollo de un único modelo de conservación sino la elaboración de un marco para una acción coordinada, válido a nivel subregional y regional.

Mientras los planes nacionales constituyen la base de los planes de acción regionales y subregionales, éstos pueden a su vez servir como punto de referencia para las actividades nacionales en materia de exploración, recolección, evaluación, conservación *in* y *ex situ* y mejora y reproducción de los recursos genéticos forestales. Un convenio común sobre los principios y mecanismos para la determinación de prioridades en cuanto a especies y actividades específicas relacionadas con la conservación y sobre las posibles estrategias de acción, ayudará a justificar tales trabajos y ayudará a fortalecer el efecto de las actividades nacionales a nivel regional.

La coordinación de las acciones a nivel regional ayudará además a hacer el mejor uso de unos recursos escasos evitando la duplicación y el solape de esfuerzos y facilitando la participación en cuanto a tecnologías, información, experiencias y material genético, en condiciones mutuamente acordadas.

---

[1] El CIB fue establecido por el Consejo Económico y Social de la Naciones Unidas (ECOSOC) en junio de 1995, de acuerdo con una recomendación de la Tercera Reunión de la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible de junio del mismo año. El CIB ha celebrado un total de cuatro reuniones. Ha sido sustituido recientemente por el Foro Intergubernamental sobre Bosques (FIB).

[2] Véase el Informe de la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales. Roma, Italia 9-11 septiembre de 1997. FAO 1997. *En prensa.*

Los planes de acción subregionales y regionales sobre recursos genéticos forestales que se elaborarán en los talleres programados y que servirán como instrumentos dinámicos fundamentales para las acciones de los países interesados, podrían situarse posteriormente, si los países lo desean, en un contexto más amplio, contribuyendo a un marco internacional de gran alcance. Un marco global coherente para la acción sobre recursos genéticos forestales podría ayudar decisivamente a promover la coordinación general de las acciones y favorecer además una mayor cooperación entre regiones geográficas, y sobre todo, entre países de regiones ecológicas del mundo con condiciones ambientales y metas y aspiraciones económicas y sociales similares, en las que tal colaboración podría redundar en beneficios tangibles para todos los interesados.

TALLERES REGIONALES Y SUB-REGIONALES: CONTENIDO Y PLANIFICACION

El contenido y los detalles de los talleres regionales y subregionales y los planes de acción resultantes sobre recursos genéticos forestales es probable que difieran según la región, de acuerdo con las condiciones biológicas, económicas y sociales y con las necesidades y prioridades de los países correspondientes. Sin embargo, la elaboración de planes de acción aprobados de carácter regional y subregional que sean compatibles entre sí y consistentes y mutuamente sostenibles, facilitará el diálogo internacional y servirá como mecanismo seguro para abordar importantes problemas regionales y globales, ayudando así a conseguir que no se pierdan los recursos genéticos forestales debido a falta de información o negligencia.

Los planes de acción a elaborar pueden incluir probablemente los siguientes elementos comunes principales:

- identificación de las prioridades regionales de carácter general, por especies y actividades, basándose en las prioridades, programas y necesidades nacionales;
- asignación de prioridades relativas;
- incorporación de las especies de máxima prioridad y de las actividades específicas en materia de conservación en un programa de acción regional de 5 años;
- incorporación en el programa de acción de las actividades de apoyo: difusión de información, formación e investigación, intercambio de semillas y otros materiales reproductivos para fines de investigación, intercambio de conocimientos y tecnologías;
- identificación de institutos nacionales, regionales e internacionales con capacidad y voluntad de asumir responsabilidades operativas para componentes y programas o actividades determinados;
- estimación de los costes aproximados de los elementos del plan propuesto;
- identificación de proyectos de posible financiación exterior en apoyo de los trabajos nacionales y regionales, e identificación de posibles donantes;
- clarificación de la responsabilidad general de los programas a nivel regional y sub-eco-regional.

Se podrían celebrar talleres en las siguientes regiones ecogeográficas (lista provisional):

(1) Zona Seca de Africa (países de CILSS e IGADD);
(2) Africa oriental y meridional (incluyendo los países de SADC);
(3) Africa occidental y central (Zona Tropical Húmeda);
(4) Mediterráneo;
(5) Sur y sudeste de Asia;
(6) Este de Asia
(7) Pacífico;
(8) Cercano Oriente;
(9) América Central (países del CCAD), México y Caribe;
(10) Sudamérica.

La composición precisa y el número exacto de talleres deberán definirse posteriormente durante el proceso de los planes de acción. La lista anterior debe considerarse por tanto sólo como indicativa. Es posible que se tenga que considerar de nuevo teniendo en cuenta las preferencias de los posibles donantes y los inconvenientes generales de carácter logístico. La FAO está buscando actualmente apoyo financiero para la preparación de tales iniciativas regionales.

ACCIONES ADOPTADAS

De acuerdo con las prioridades expresadas por los países en los foros internacionales en que se ha analizado el tema, ICRAF, IPGRI y la FAO han unido sus fuerzas y programan ayudar a organizar en la primera mitad de 1998 *un Taller sobre Conservación, Ordenación, Utilización Sostenible y Fomento de los Recursos Genéticos Forestales en la Zona Subsahariana Seca de Africa*. Se propone que este taller dirigido por los países y su seguimiento se lleven a cabo en estrecha colaboración con las Secretarías de CILSS e IGADD; y con el apoyo de otras organizaciones internacionales y bilaterales interesadas, con interés y conocimientos sobre la materia.

La experiencia e información procedente del taller de la zona subsaheliana seca de Africa ayudarán a facilitar la programación de un segundo taller similar en Africa oriental y meridional, en colaboración con la Secretaría de SADC, pendiente de encontrar en 1998 recursos apropiados para este fin.

El Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales proporcionará apoyo técnico y científico a los talleres mencionados y a otros talleres futuros sobre recursos genéticos forestales, que serán ayudados también por el Grupo de Trabajo sobre Recursos Genéticos Forestales, establecido por IUFRO siguiendo una recomendación de la Décima Reunión del Cuadro de Expertos mencionado, con la finalidad explícita de ofrecer sus conocimientos y orientación científica en apoyo de los talleres, que serán coordinados por la FAO.

CONCLUSION

Es reconocida la pérdida de hábitats, especies arbóreas y variación intraespecífica y también la falta generalizada de aplicación de la ordenación sostenible de bosques y terrenos arbolados en muchas regiones del mundo. Hay también una falta generalizada de comprensión sobre el papel que desempeñan los árboles y arbustos en el sostenimiento local y en las economías locales, nacionales y regionales, como suministradores de abundantes bienes, desde madera y leña hasta alimentos, forrajes y medicinas; y sobre la protección de recursos de suelos y aguas y el mantenimiento de valores culturales y espirituales. Hay además una falta general de reconocimiento, en todos los niveles, desde el político hasta el público, del hecho de que la conservación de los recursos genéticos forestales es compatible con la utilización ordenada y racional de los recursos que se conservan. Esto ha originado una acción y atención insuficientes hacia la conservación de los recursos genéticos forestales a nivel nacional, regional y global.

De acuerdo con lo destacado por diversos países en la Décima Reunión del COFO y en otra serie de foros internacionales, incluido el XI Congreso Forestal Mundial celebrado en Turquía en octubre de 1997, es de urgente prioridad actuar en favor de la protección y utilización sostenible de los recursos genéticos forestales. El retraso en la conservación de los ecosistemas forestales, especies y recursos genéticos de árboles y arbustos será muy costoso, acarreando riesgos ambientales, económicos y sociales, la necesidad de acciones correctoras costosas y a veces difíciles, y la pérdida de oportunidades en materia de ordenación y utilización sostenible de los recursos en apoyo del desarrollo nacional general.

Los talleres regionales y subregionales dirigidos por los países y orientados a la acción sobre conservación, ordenación, utilización sostenida y fomento de los recursos genéticos forestales que programa la FAO y ayuda a coordinar y organizar, en colaboración con los Centros apropiados CGIAR, IUFRO y otros agentes internacionales, constituye un primer paso en favor de una acción concertada como respuesta a estas urgentes necesidades.

DOS PUBLICACIONES DE CIRF SOBRE LA APLICACION DE LAS TECNICAS GENETICAS A LOS RECURSOS FITOGENETICOS

Durante los últimos años se han puesto a disposición una extensa variedad de métodos y técnicas apropiados para los problemas de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. En la actualidad es posible analizar la variación genética con un nivel de precisión nunca alcanzado hasta ahora.

Muchas de estas nuevas posibilidades se han utilizado ya para estudiar las relaciones taxonómicas de las especies y su evolución, la extensión y modelo de variación genética de las reservas genéticas de una especie o para asegurar el acceso a un pedigree.

La extensa variedad de aplicaciones de estas nuevas y complicadas técnicas ha planteado sin embargo un número de cuestiones sobre su uso eficaz, especialmente en situaciones de recursos limitados. Por estas razones, CIRF organizó en octubre de 1995 un pequeño taller sobre el uso de las técnicas moleculares en la conservación de recursos fitogenéticos. Se acaban de publicar las actas de este taller y los documentos presentados se han clasificado en cuatro secciones de las actas[1]: (I) Técnicas para el análisis, caracterización y conservación de los recursos fitogenéticos; (II) Análisis, ordenación e intercambio de datos moleculares; (III) Incremento del uso de recursos fitogenéticos, y (IV) Transferencia y aplicación de tecnologías en los países en desarrollo.

Como resultado del taller, se ha preparado una publicación independiente en forma de Boletín Técnico nº 2 de CIRF[2]. Este boletín proporciona a los lectores una visión general de los métodos e instrumentos actualmente disponibles, junto con sus puntos fuertes y limitaciones. A continuación hay una sección destinada a ayudar a los posibles usuarios a identificar la técnica más apropiada con respecto a sus necesidades específicas. En un esquema gráfico se resumen las diferentes opciones que ofrecen las técnicas de clasificación molecular.

El documento señala que estas nuevas técnicas complementan los métodos genéticos más tradicionales que utilizan los rasgos ecogeográficos o biométricos, sin sustituirlos.

---

1 Ayad, W.G., Hodgkin, T., Jaradat A. and Rao V.R., editors. 1997. Molecular genetic techniques for plant genetic resources. Informe de un Taller de CIRF 9-11 de octubre de 1995, Roma, Italia. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

2 Karp, A., Kresovitch, S., Bhat, K.V., Ayad, W.G. and Hodgkin, T. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. Boletín Técnico de CIRF No.2. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

LOS RECURSOS GENETICOS DE *SWIETENIA MACROPHYLLA* Y *CEDRELA ODORATA* EN LOS NEOTROPICOS: PRIORIDADES PARA UNA ACCION COORDINADA

por

F. Patiño Valera[1]
Centro de Investigación Regional del Sureste
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)
C.E. Zona Henequenera,
Kilómetro 24 Carretera Mérida-Motúl
Mocochá, Yucatán CP 97454
México

INTRODUCCION

Los dos géneros más utilizados en los neotrópicos son *Swietenia* y *Cedrela*. Desde el último siglo hasta hoy, las caobas, como se conocen comúnmente, han sido las especies más importantes para el desarrollo de la industria forestal de América Latina. Abarcan el territorio neotropical desde el norte de México a Brasil y Argentina, pasando por América Central y las islas del Caribe. Los árboles adultos se encuentran normalmente en bajas proporciones en las poblaciones forestales y también con una baja frecuencia de regeneración natural.

Durante las últimas décadas las poblaciones naturales de *Swietenia* y *Cedrela* se han visto gravemente afectadas y reducidas por diversos factores, principalmente por el proceso de deforestación que disminuye y fragmenta las poblaciones, y por selección disgénica (uso de los mejores individuos) que afecta negativamente a la constitución genética de las poblaciones.

El Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales, durante su Novena Reunión de 1995, recomendó que se iniciasen acciones de colaboración para la conservación y utilización apropiada de los recursos genéticos de las especies de *Swietenia* y *Cedrela*. El Cuadro recomendó además que la FAO concentre inicialmente sus actividades en la preparación de un examen general de las actividades y programas de investigación en los países de los Neotrópicos y en la identificación de los vacíos de los programas actuales y de las necesidades de actividades de colaboración en materia de investigación en la región.

Este documento, basado en el trabajo personal de los cuatro autores anteriores para el Departamento de Montes de la FAO, resume la información existente sobre los recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* y los programas de investigación en marcha y actividades de campo en los Neotrópicos y hace propuestas de actividades en colaboración entre los países de la región. Pueden encontrarse más detalles en la nueva publicación "Los Recursos Genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los Neotrópicos: Propuestas para una acción coordinada" que se destaca en una breve nota independiente.

---

[1] Basado en el trabajo de Fernando Patiño Valera, INIFAP, México; Paulo Y. Kageyama, ESALQ, USP, Brasil; Carlos Navarro Pereira, CATIE, Costa Rica y Carlos Linares Bensimon, INRENA, Perú. El presente documento está basado en la presentación realizada por el autor en un Simposio Internacional sobre la Caoba de hoja grande, Puerto Rico, octubre de 1996.

LA FAMILIA MELIACEAE

La familia *Meliaceae* está presente en Africa, América y Asia, incluyendo más de 50 géneros con más de 1.000 especies (Watson y Dallwitz, 1995). En los Neotrópicos, se han identificado ocho géneros: *Cabralea, Carapa, Cedrela, Guarea (Eleutheria), Schmardea, Swietenia, Ruegea* y *Trichilia,* siendo *Swietenia* y *Cedrela* los más importantes desde el punto de vista forestal y los dos únicos géneros que se describen en este documento.

El género *Swietenia* cuenta con tres especies:

Swietenia humilis Zucc
Swietenia macrophylla King
Swietenia mahagoni Jacq

S. humilis: Su distribución es una estrecha faja a lo largo de la costa del Océano Pacífico, desde Sinaloa, México, con una masa aislada en el este de Guatemala, hasta Punta Arena en Costa Rica (Miranda, 1952; Whitmore e Hinojosa, 1977; Salas, 1993).

S. macrophylla: Su distribución va desde México a Brasil, siguiendo la costa del Océano Atlántico y está presente en América Central desde Belize a Panamá (Miranda, 1952; Pennington y Sarukhán, 1968; Salas, 1993; Figueroa, 1994).

S. mahagoni: Es nativa desde el sur de Florida hasta las Bahamas, Cuba, Jamaica y la República Dominicana; la especie ha sido introducida en Puerto Rico e islas Vírgenes (Little, Wadsworth y Marrero, 1967; Little 1978, Francis 1991).

El ámbito de distribución de la *S. macrophylla* y de la *S. humilis* se solapa al menos en tres localidades: una en México en el Istmo de Tehuantepec, otra en Guatemala y otra en Costa Rica, produciendo híbridos naturales entre ambas especies (Whitmore e Hinojosa, 1977). Las tres especies son fértiles entre si (Styles in Pennington, 1981; Francis, 1991) y producen híbridos en las zonas de solape de su distribución natural o en plantaciones. Hay algunas pruebas que indican la posibilidad de que la *S. humilis* y *S. macrophylla* pudieran ser la misma especie. Hay informes sobre híbridos naturales de *S. humilis* y *S. macrophylla* existentes en el noroeste de Costa Rica (Holdridge y Poveda, 1975; Whitmore, 1983).

El género *Cedrela*, de acuerdo con Pennington, 1981, cuenta con siete especies:

Cedrela fissilis Vellozo
Cedrela lilloi C. de Candolle
Cedrela montana Moritz Ex Turczaninov
Cedrela oaxacensis C. de Candolle & Rose
Cedrela odorata Linnaeus
Cedrela salvadorensis Standley
Cedrela tonduzii, C. de Candolle

Pennington (1981) informa también sobre cuatro especies conocidas defectuosamente:

Cedrela angustifolia Mociño & Sessé Ex A. P. de Candolle
Cedrela discolor S.F. Blake
Cedrela imparipinnata C. de Candolle
Cedrela weberbaueri Harms in McBride

Cedrela es un género de los neotrópicos, que está presente en los bosques tropicales de las zonas húmedas y estacionalmente secas subtropicales o tropicales, desde los 26° de latitud N en la costa del Pacífico de Sinaloa, México, pasando por todo Centro América y las Indias Occidentales, hasta las tierras bajas y estribaciones de montaña con altitudes hasta de 1.200 m en la mayoría de Sudamérica. El límite meridional de la *Cedrela odorata* se encuentra a unos 28° de latitud S en Argentina (Chaplin, 1980, Pennington, 1981). En México, está presente desde el Estado de Sinaloa hasta Guerrero y Chiapas en la costa del Pacífico, y en la costa atlántica subtropical desde Tamaulipas a Yucatan. Existe también en la mayoría de las islas del Caribe, y está ausente en Chile. Se da en el bosque deciduo de tierras bajas, tanto seco como húmedo, hasta 1.200 m de altitud (Pennington, 1981). El género *Cedrela* prefiere suelos bien drenados, evitando al parecer las áreas que se inundan o que están mal drenadas. Este género crece con frecuencia en asociación con árboles leguminosos y con otras *Meliaceae* como la *Swietenia macrophylla* y las especies de *Guarea*. Son especies exigentes en luz que frecuentemente se presentan como especies pioneras de crecimiento rápido en el bosque secundario.

DIVERSIDAD GENETICA DE LAS ESPECIES DE CAOBA

La diversidad genética de muchos bosques tropicales está disminuyendo debido al proceso de deforestación que ha reducido el tamaño de las comunidades naturales existentes, ha eliminado poblaciones locales o las ha fragmentado, llevando a un aislamiento de las poblaciones continuas anteriores.

Muchos e importantes recursos genéticos forestales tropicales están amenazados, especialmente los recursos genéticos de las especies de mayor importancia económica como las caobas y las *Cedrela*. Esto destaca la necesidad de mejorar los conocimientos sobre la diversidad genética de estas especies y de utilizar esta información para facilitar las acciones referentes a la utilización sostenible y la conservación de estos importantes recursos genéticos forestales.

Utilización de los marcadores genéticos

En la última década, ha aumentado de forma significativa el uso de las técnicas moleculares para estudiar la diversidad genética de las especies y también para la realización de estudios taxonómicos.

Diversos autores han realizado estudios genéticos con el objetivo de caracterizar la diversidad genética de las especies de las *Meliaceae* en las poblaciones naturales. Chalmers et al. (1994) observaron importantes diferencias genéticas entre ocho especies de cuatro géneros de Meliaceae. Definieron los mismos una separación clara de la *C. odorata* respecto a las otras especies, encontrando que el 95% de las variables de amplificación de los productos diferían de los otros géneros, mientras que *Lovoa trichilioides*, *Khaya sp.* y *Swietenia sp.* podrían agruparse estrechamente entre sí. Estos resultados son concordantes con la taxonomía actual.

Gillies et al (1995) determinaron marcadores con el fin de cuantificar el nivel de variación genética dentro y entre poblaciones de *Cedrela odorata*. Utilizaron la técnica de amplificación al azar del DNA polimórfico (RAPD) con el fin de evaluar la diversidad y el efecto de las cortas selectivas sobre la base genética de aquellas poblaciones naturales. Las poblaciones coleccionadas en la costa del Pacífico de Costa Rica mostraron perfiles muy diferentes de las poblaciones de la costa del Caribe. Las poblaciones de la Costa del Caribe de Costa Rica demostraron ser muy diferentes de las poblaciones de Honduras, Guatemala, Puerto Rico y Venezuela incluidas en el análisis.

Gandara (1995), con el objetivo de estimar la diversidad genética y la tasa de crecimiento lejano en una especie forestal rara (es decir, especie con baja densidad de población), examinó una población natural de *C. fissilis* Vell. en el bosque primario de Fazenda Intervales, en Sete Barras, Sao Paulo, Brasil. En el área de estudio sólo se encontraron 34 árboles adultos de *C. fissilis* en una superficie de 270 ha. El autor utilizó

la técnica de electroforesis isoenzimática en geles horizontales de almidón, para estimar los parámetros genéticos. Para árboles adultos de *Cedrela fissilis* la heterozigosidad media era de 0,222, mientras la heterozigosidad para loci polimórficos era de 0,228. El porcentaje de loci polimórficos era 84,6% y el número medio de alelos por locus se estimó en 2,38. La población adulta estaba en equilibrio Hardy-Weinberg, pero las familias diferían significativamente del equilibrio esperado. La tasa media aparente de cruzamiento lejano, estimada a partir del coeficiente de endogamia, era 0,75. La tasa de crecimiento lejano de multilocus era de 0,92, pero las tasas de crecimiento lejano individual variaban de 0,62 a 1,08.

Este estudio demuestra que la diversidad genética de la población de *C. fissilis* es en promedio similar a la de las poblaciones de otras especies tropicales ya estudiadas; la especie es preferentemente alógama pero presenta variaciones entre árboles en la tasa de cruzamiento lejano. El polen de *Cedrela fissilis* puede recorrer distancias relativamente lejanas (en este estudio, más de 950 m.) de acuerdo con la baja densidad de árboles adultos de *Cedrela* en el área de estudio.

Ensayos genéticos

Newton et al. (1993b) realizaron un extenso análisis de captura y utilización de variación genética del género *Swietenia* para mejora genética. Señalan los autores que sólo se han establecido unos pocos ensayos de progenies con especies de *Swietenia*, aunque tales ensayos, que deberían constituir la base de muchos programas de mejora genética, se han establecido con otras muchas especies tropicales. La falta de estos ensayos con especies de caoba refleja probablemente las dificultades inherentes al establecimiento de plantaciones con especies de *Swietenia* y *Cedrela* debido al ataque del perforador de la guía, *Hypsipyla grandella* Zeller (véase más adelante).

En Puerto Rico, Costa Rica, Brasil y México, se ha estudiado en detalle el crecimiento de especies de *Swietenia* y *Cedrela* y de híbridos naturales e inducidos de estas especies (Weaver, 1987; Weaver y Bauer, 1986; Bauer, 1987; Newton et al., 1993b). Hay, sin embargo, poca información publicada que describa la variación entre procedencias y especies.

Newton et al. (1995) realizaron un estudio para determinar la variación genética en la dominancia apical de la *C. odorata*. Los resultados indicaron la posibilidad de selección de genotipos de *C. odorata* con dominancia apical que podría dar lugar a una mayor tolerancia a los ataques de insectos.

Es importante señalar que progresan los ensayos genéticos en los países de América Latina, p.ej. los ensayos realizados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. Estos ensayos serán importantes en la búsqueda de material resistente al ataque del perforador de los brotes.

LA *HYPSIPYLA*, PRINCIPAL AMENAZA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EN LOS NEOTROPICOS

Hay dos especies de *Hypsipyla* en los Neotrópicos: la *Hypsipyla grandella* Zeller y la *Hypsipyla ferrealis* Hampson, y una de importancia en el viejo mundo: la *Hypsipyla robusta* Moore (Entwistle, 1968; Newton et al., 1993b). Las dos especies principales que ocasionan daños a las especies de las *Meliaceae* son las *H. grandella* y la *H. robusta*.

Varios autores (Tillmans, 1964, Entwistle, 1968, Grijpma, 1970, 1973, y Newton et al., 1993b) han llevado a cabo estudios y han resumido los actuales conocimientos sobre la *Hypsipyla*, proporcionando información muy completa que permite un mejor conocimiento de la plaga.

Gripjma (1976) considera que los ataques de las especies de *Hypsipyla* se limitan a los miembros de la subfamilia *Swietenioideae*. Hay pruebas de la evolución conjunta entre las especies de *Meliaceae* y las especies de *Hypsipyla*, ilustradas por ejemplo por el carácter específico de la relación de las *Meliaceae* neotropicales con la *H. grandella* y de las *Meliaceae* asiáticas y africanas con la *H. robusta*. Hay, sin embargo, muy pocos conocimientos sobre la genética de esta asociación.

Resistencia a la *Hypsipyla*

El ataque del perforador de los brotes es el principal problema para el establecimiento de plantaciones de *Meliaceae* y la causa de la falta de rentabilidad de esta actividad en los Neotrópicos. Se han realizado numerosas investigaciones con el fin de desarrollar métodos que contrarresten los efectos del insecto. Sin embargo, se han desarrollado pocas medidas prácticas y eficaces. Algunos autores han sugerido que una solución para luchar contra esta plaga podría ser mediante la búsqueda y selección de individuos resistentes (Gripjma, 1976; Newton, 1990; Newton et al., 1993a).

Gripjma (1976) señala que se podría lograr esta resistencia mediante tres mecanismos: "no preferencia "antibiosis" y "tolerancia". Se ha comprobado que algunas especies de caoba son menos susceptibles que otras al ataque de *Hypsipyla*; por ejemplo, Whitmore e Hinojosa (1977) señalan que en Puerto Rico la *S. mahagoni* es menos atacada que la *S. macrophylla* y el híbrido *S. mahagoni x S. macrophylla* presenta una situación intermedia de susceptibilidad en comparación con las especies parentales. La *C. odorata* se ve más fácil y fuertemente atacada que la *S. macrophylla*, la *S. mahagoni* y la *S. humilis* (Dourojeanni, 1963; Grijpma, 1970; Gara et al., 1973; Schoonhoven, 1974; Menéndez et al., 1989).

Newton et al. (1994) proponen una estrategia para domesticar las caobas, basada en la selección en favor de su resistencia como parte de un programa de mejora genética, propagación vegetativa del material seleccionado y utilización del material con sistemas selvícolas apropiados para un mejor control de la *Hypsipyla*.

Recientemente, Watt et al. (1996) describieron la existencia de varias formas de resistencia de las *Meliaceae* a la *Hypsipyla*, con referencia especial a las investigaciones realizadas en Costa Rica con *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Esta investigación demuestra la existencia en estas especies de resistencia genética al perforador de los brotes. El origen de la resistencia parece ser principalmente la "tolerancia" pero también parecen desempeñar cierto papel la "no preferencia" y la "antibiosis". Los autores llegan a la conclusión de que el manejo de la *Hypsipyla* implica el uso de material de plantación resistente en sistemas selvícolas que favorecen el control biológico natural y reducen al mínimo la abundancia e impacto en la masa del perforador de los brotes.

LA CAOBA Y SU RAREZA

Una característica importante del ecosistema del bosque natural tropical es el frecuente gran número de especies arbóreas e individuos que lo constituyen. A veces el bosque tropical contiene 300 especies distintas o más por hectárea.

La gran diversidad de especies del bosque tropical está con frecuencia asociada con la rareza de la mayoría de las especies y la abundancia de un número limitado de éstas. Las especies de *Swietenia* y *Cedrela* están entre las que se encuentran en bajas proporciones.

Gandara (1995) encontró en un bosque primario natural de Brasil un total de 34 árboles adultos en 270 hectáreas, o sea un árbol por cada 8 hectáreas. Para la *S. macrophylla*, FUNTAC (1990) encontró en Acre-Brasil un árbol mayor de 20 cm. de diámetro por cada 10 hectáreas; Gullison y Hardner (1993) observaron como densidad un árbol por cada 8 hectáreas en Bolivia; Veríssimo et al. (1995) encontraron en la Amazonia

brasileña una densidad de 1 árbol de 30 cm. de diámetro o más por cada 4 hectáreas; Miller (1940) informó sobre una densidad media de un árbol por hectárea en Belize; y Ciferri (1933) una media de 4 árboles por hectáreas en Santo Domingo. Patiño (1995) registró un promedio de 0,7 árboles de caoba por hectárea con 50 cm. de diámetro o más, en Quintana Roo y Campeche, y finalmente Navarro (1996) registró 0,75 árboles por hectárea en la parte septentrional del Petén, en Guatemala. Figueroa (1994) señala que para los bosques del Petén en Guatemala, que se desarrollan en terrenos aluviales y de roca caliza, la densidad de la *Swietenia macrophylla* varía de 2,25 a 2,34 árboles por hectárea. Él mismo observó también que sólo en 5 de un total de 151 estaciones de muestreo, la caoba se presentaba como la especie más frecuente.

Kageyama (1996) sugiere que la rareza de las especies podría considerarse como una "herramienta" evolutiva en los trópicos, donde las interacciones entre plantas, animales y medio ambiente han producido un sistema de estrategias evolutivas, siendo la rareza una de estas estrategias para la protección contra insectos y microorganismos (Janzen, 1970). Otra estrategia evolutiva sería la producción de compuestos químicos secundarios (Kriecher, 1990).

La polinización de las especies raras se lleva a cabo por medio de una extensa variedad de polinizadores, lo que demuestra también el carácter evolutivo de la rareza (Bawa & Ashton, 1991). Gandara (1995) encontró, mediante análisis de isoenzimas, que se pueden detectar alelos raros a más de 950 m. de distancia de su origen en poblaciones naturales de *C. fissilis*, en Brasil.

En los bosques tropicales secundarios, las especies raras están presentes con frecuencia con densidades superiores a las del bosque natural; en muchos casos, con gran frecuencia de troncos horquillados, debido a la gran frecuencia e intensidad de los ataques de *Hypsipyla* (Gandara, 1995, Kageyama, 1996).

La *S. macrophylla*, la *C. odorata* y otras especies de caoba tienen normalmente una regeneración muy densa pero con una alta mortalidad de brinzales jóvenes porque el desarrollo de éstos requiere luz suficiente (grandes vacíos de la cubierta). Muchas poblaciones carecen de árboles de las clases de tamaño intermedio y sólo tienen una clase de brinzal/chirpial y otra de árboles adultos (Flores-Negrón & Lombardi, 1990). El paso al piso superior en muchas poblaciones sólo tiene lugar cuando los brinzales están situados en vacíos de la cubierta de copas. Las exigencias en cuanto a estos vacíos y a luminosidad son factores importantes en la ordenación y regeneración de las poblaciones de caoba (Negreros-Castillo & Mize, 1993) .

Las mencionadas dificultades de regeneración y ordenación, junto con la gran presión en el aprovechamiento de las especies en muchas áreas, hacen muy vulnerables los recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* y refuerzan la necesidad de más investigación sobre la regeneración y ordenación sostenible de los recursos.

ESTADO DE CONSERVACION DE LOS RECURSOS GENETICOS DE CAOBA EN LOS NEOTROPICOS

Los bosques tropicales tienen la mayor diversidad genética y biológica de todas las comunidades terrestres y en todos ellos se está produciendo el deterioro de recursos genéticos, en algunas regiones y zonas con una velocidad alarmante. Esta interferencia masiva está sucediendo cuando son todavía desconocidos o incompletos en gran parte los conocimientos y la comprensión de la taxonomía, organización, dinámica, utilización e interacciones de los componentes de los ecosistemas forestales tropicales.

Los esfuerzos realizados para la conservación de los recursos han sido superados en gran parte por la velocidad del deterioro, existiendo una necesidad urgente de dar una base programada y científica a las actividades de conservación. Es necesario considerar la conservación de los recursos genéticos como parte de los planes y estrategias generales para el uso racional y la conservación de los recursos naturales.

Rodan et al. (1992) analizan la situación de las especies de *Swietenia* teniendo en cuenta el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y las tasas de deforestación en el ámbito de distribución en los neotrópicos. Señalan los efectos negativos derivados de la práctica corriente de selección disgenética de los mejores árboles y, consecuentemente, el efecto negativo sobre la calidad de las poblaciones futuras de caoba, ocasionando, de acuerdo con varios autores (Styles y Khosla, 1976, Styles, 1981, Patiño, 1987 y Rodan et al., 1992) una considerable erosión genética. Destacan la necesidad de controlar el comercio ilegal de la madera de estas especies y la conservación de las poblaciones de los géneros que existen todavía en condiciones naturales.

En la actualidad, el estado de las especies de caoba en los neotrópicos es el siguiente:

Swietenia humilis Zucc: Las poblaciones, en todo el ámbito de distribución, han disminuido y se han fragmentado, debido principalmente a la transformación de los terrenos de bosque para agricultura. Las especies han sido incluidas en el Apéndice II de CITES desde 1973, basándose en una propuesta de México.

Swietenia mahagoni (L) Jacquin: En la actualidad la *S. mahagoni* está sufriendo una excesiva erosión genética en las poblaciones naturales debido a la corta de los mejores genotipos de las poblaciones naturales (Styles, 1981; Rodan et al., 1992). En 1992 se incluyó en el Apéndice II de CITES.

Swietenia macrophylla King: Esta especie constituye una de las principales fuentes de madera tropical de América Latina. Los informes de los Centros de Información para Conservación e Investigación de América Latina (Rodan et al., 1992), varían en cuanto a la evaluación del estado de conservación de la especie, desde "en peligro" hasta "abundante".

Las mayores áreas de bosque natural con caoba de hoja grande se encuentran en Brasil. Se estima que 150 millones de hectáreas de terrenos forestales de Brasil contienen *S. macrophylla*, y que el volumen total en pie es de unos 60 millones de metros cúbicos (FUNATURA, 1993). Barros (1992), considerando un aprovechamiento anual de 500.000 m^3 de trozas y proyectando las tendencias actuales, predijo que la madera de caoba de la Amazonia brasileña se agotaría en 32 a 42 años. Por otra parte, Vantomme (1991) afirma que las reservas madereras podrían ser muy inferiores y podrían agotarse con mayor velocidad de la antes estimada.

La *Cedrela odorata* está distribuida extensamente por todos los neotrópicos; existe en el bosque deciduo, tanto en el seco como en el húmedo de tierras bajas; asociada con frecuencia con otras Meliaceae (*Swietenia* y *Guarea* spp.) y leguminosas arbóreas. La presencia de individuos es menos numerosa que en el caso de la *Swietenia*. La *Cedrela odorata* no se considera especie amenazada en el ámbito de distribución; está bien representada en áreas protegidas, en bosques naturales, con frecuencia está protegida y cultivada en sistemas agroforestales y se encuentra ordinariamente en plazas y patios de zonas urbanas.

En los Neotrópicos, existen numerosas reservas y áreas protegidas, que incluyen muchas poblaciones de *Meliaceae* y desempeñan un papel muy importante en la conservación *in situ* de las especies. Por ejemplo, en el sudeste de México existen las siguientes reservas de la biosfera (SEDUE, 1989): i) Montes Azules, en Chiapas (331.200 ha); ii) Calakmul en Campeche (723.185 ha); iii) Sian'kan, Quintana Roo (528.147 ha) y numerosas reservas naturales, que incluyen diferentes zonas ecológicas del país.

En América Central hay reservas en todos los países, por ejemplo en Guatemala la reserva Maya de la Biosfera, en Honduras la reserva Río Plátano. En Belize, existen dos reservas naturales y 20 reservas forestales, dos santuarios de fauna silvestre y dos parques nacionales.

En Sudamérica, hay numerosas reservas naturales y parques nacionales que contienen poblaciones de *Swietenia*, *Cedrela* y otras *Meliaceae*. Por ejemplo, en Perú (Linares, 1996) existen los siguientes parques nacionales: Manú, Yanachaga-Chemillen, Rio Abiseo y Baguaje-Sonene; la Reserva Nacional de Pacaya-Samiria y los Bosques Nacionales Alexander V. Humboldt y Cordillera Azul Biabo.

En Brasil, dentro del ámbito de distribución de la caoba, hay varias estaciones ecológicas, como Rio Acre e Iqué, reservas biológicas como Guaporé; y parques nacionales como Paacas Novosé y reservas forestales como Tapajos.

CONCLUSION: ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE LA CAOBA EN LOS NEOTROPICOS

Como se ha mencionado en este informe, hay una serie de estudios de investigación y actividades de campo que se están realizando en la actualidad en los Neotrópicos sobre conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos de las especies de caoba. Aunque están en marcha muchos programas y actividades, existe una gran necesidad de coordinar los trabajos en marcha sobre conservación y utilización sostenible de las especies de caoba de la región y de impulsar nuevas acciones. Se propone establecer una red regional sobre recursos genéticos de caoba con la participación de todos los países interesados de la región. El objetivo general de la red será contribuir a la conservación y utilización racional de los recursos genéticos de caoba mediante la colaboración en materia de investigación y actividades a escala piloto en los países de la región y la transferencia de información, tecnologías y material genético en condiciones mutuamente acordadas.

Se recomienda que la red, en sus etapas iniciales, se concentre en actividades de colaboración enfocadas en pocas especies de caoba de gran importancia socioeconómica para la región: *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*. En una etapa posterior las actividades de la red podrían ampliarse abarcando más especies (p.ej. *S. mahagoni*, *S. humilis*, *Cedrela fissilis* y el híbrido entre *S. mahagoni* y *S. macrophylla*), y expandirse para incluir países situados fuera de su zona de distribución natural, donde estas especies tienen importancia en los programas de plantación forestal.

Para iniciar las actividades de la red se sugiere la preparación de un documento que contenga los antecedentes y la justificación de las actividades a proponer y que presente propuestas detalladas para las actividades iniciales. Este documento debería distribuirse ampliamente en la región a las autoridades forestales nacionales, instituciones de investigación, universidades, empresas privadas y ONGs dedicadas al desarrollo de los países interesados y también a organismos nacionales, regionales e internacionales que actúan en la región, con el fin de obtener comentarios e ideas adicionales.

Basándose en las ideas y temas del proceso de consultas con institutos y particulares de la región que han conducido al presente informe, se propone, en principio, que la Red de la Caoba se concentre inicialmente en las actividades siguientes:

1. Exploración y caracterización de los recursos genéticos de *S. macrophylla* y *C. odorata* en todo el ámbito de distribución natural de estas especies.

2. Basándose en los resultados del estudio anterior, deberá elegirse una serie de fuentes de semilla representativas de la variación geográfica y ecológica completa de ambas especies. Deberá recogerse semilla de las fuentes elegidas e intercambiarla entre los países participantes.

3. Los países participantes deberán establecer ensayos internacionales de procedencias y progenies. Tales ensayos proporcionarán información importante sobre los modelos de variación y sobre variación genética de las especies, que constituirán la base para las actividades subsiguientes de conservación *in situ* y *ex situ* de las especies. Además, los ensayos darán información sobre adaptabilidad, crecimiento y calidad de las diferentes fuentes de semilla de caoba en una extensa variedad de regímenes ecológicos, lo que será extraordinariamente útil en el diseño y aplicación de los programas de plantación de las especies. A este respecto, será de especial importancia la investigación de la variación genética entre procedencias en cuanto a resistencia y tolerancia al ataque de la *Hypsipyla*.

Además de estas actividades, realizadas en el campo a nivel nacional, se sugiere establecer como parte de la red una serie de actividades de colaboración en materia de investigación (grupos temáticos), con la participación de los institutos nacionales interesados. El establecimiento de estos grupos, que deben asociar estrechamente su trabajo, con el de las redes ya existentes, facilitará la colaboración entre los programas de investigación en marcha y los científicos que trabajan sobre los recursos genéticos de caoba. Esto ayudará también a suscitar nuevas actividades de investigación. El trabajo de los grupos de colaboración sobre investigación se vinculará y complementará con las actividades de campo de la red y viceversa. De las consultas realizadas hasta ahora han surgido las siguientes ideas preliminares para los grupos colaboradores de investigación en la fase inicial de la red de la Caoba:

1. Estudios sobre diversidad genética de *S. macrophylla* y *C. odorata*, utilizando marcadores moleculares. El trabajo de este grupo complementará los ensayos de campo proporcionando una imagen general de la organización de la diversidad genética de las especies utilizando isoenzimas y marcadores de DNA. Podrían utilizarse también estos métodos para obtener información sobre el sistema de apareamiento de las especies y estimaciones sobre el flujo de genes, que serán útiles en el establecimiento de estrategias para la recolección futura de semilla y para las actividades de conservación.

2. Estudios sobre la biología reproductiva de la *S. macrophylla* y la *C. odorata*.
   Estos estudios proporcionarán un mejor conocimiento y comprensión de los componentes y factores del proceso reproductivo, como biología floral, fenología, sistema de reproducción, vectores de polinización y dispersión de la semilla de las especies.

3. Investigación sobre la *Hypsipyla*: Biología, resistencia a su ataque y medidas selvícolas para contrarrestar el ataque.
   Se sugiere que, dentro de la red, un grupo promueva y continúe los trabajos ya existentes en materia de investigación sobre la *Hypsipyla*. Las actividades de investigación deben incluir la biología de la *Hypsipyla*, estudios de variación genética en cuanto a resistencia al ataque de la *Hypsipyla* a nivel de procedencias, progenies e individuos, e investigación sobre medidas selvícolas y sistemas selvícolas que pueden reducir o minimizar el ataque de la *Hypsipyla*.

4. Estudios sobre ecología de la regeneración de la Caoba.
   Un buen conocimiento de la ecología de la regeneración de la caoba y los efectos de la explotación maderera constituye un requisito previo para las actividades de conservación *in situ* y, en términos más generales, para la ordenación sostenible de los recursos de caoba. Es importante vincular y promover los estudios realizados en diferentes países sobre la regeneración de la caoba en el bosque natural y en zonas de bosque explotado y mejorar el conocimiento sobre los mecanismos incluidos en estos procesos.

BIBLIOGRAFIA

Barros, P.L.C de et al. (1992). Natural and artificial reserves of *Swietenia macrophylla* King, in the Brazilian Amazonia perspective for conservation. Belém. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Brasil, 56 p.

Bauer, G.P. 1987. *Swietenia macrophylla* and *Swietenia macrophylla x S. mahogani* Development and Growth: The Nursery Phase and the Establishment Phase in Line Planting, in the Caribbean National Forest, Puerto Rico. MSc Thesis, State University of New York, Syracuse.

Bawa, K.S. y Asthon, P.S. 1991. Conservation of rare trees in tropical rain forests: a genetic perspective. In: Holsinger, D. y Falk, A. (ed.) Genetics and conservation of rare plants. St. Louis, (UNESCO). p.62-74.

Chalmers, K.J.; Newton, A.C.; Waugh, R.; Wilson, J. & Powell, W.,1994. Evaluation of the extent of genetic variation in mahoganies (Meliaceae) using RAPD markers. Theoretical and Applied Genetics 89(4): 504-508.

Chaplin, G.E., 1980. Progress with provenance exploration and seed collection of *Cedrela* spp. Proceedings of the 11th Commonwealth Forestry Conference. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, U.K. p: 1-17.

Ciferri, R. 1933. Studi sull'ecologia del Mogano (*Swietenia mahogani* Jacq.) in San Domingo. Reprint from Atti dell'Istituto Botanico dell'Università di Pavia, Serie IV 4 p. 37-166.

Cintron, B.B., 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro Hembra, Spanish Cedar, Meliaceae. Mahogany family. In: Silvics of North America Hardwoods. Agric. Handbook, 654. Washington, DC. USDA. Vol. 2. pp 250-257.

Condit R., Hubbell, S.P. & R.B. Foster, 1996. Changes in tree species abundance in a neotropical forest impact of climate change. Journal of Tropical Ecology. 12: 231-256.

Dourojeanni, R.M., 1963. El barreno de los brotes (*Hypsipyla grandella*) en cedro y caoba. Agronomía 30 (1): 35-43.

Entwistle, P.F., 1968. The current situation on shoot, fruit and collar borers of the Meliaceae. 9th Commonw. For. Conf., New Delhi, Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 15 p.

Figueroa, C.J.C., 1994., An assessment of the distribution and status of big - leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). Puerto Rico Conservation Foundation and International Institute of Tropical Forestry. 25 p.5 maps and apendix.

Flores-Negron, C. y Lombardi, I., 1990. Distribucion diametrica y volumetrica en un rodal de *Cedrela odorata* en el Parque Nacional de Manu. Revista Forestal del Peru, 17(1): 41-51.

Francis, J.K., 1991. *Swietenia mahagoni* Jacq. West Indies mahogany. SO-ITF-46. Institute of Tropical Forestry. USDA-FS, Río Piedras, Puerto Rico. 7p.

FUNATURA (Fundação Pró-Natureza).1993. Projeto Mogno: Sumário Executivo. Brasília-DF/Brasil. 221p.

FUNTAC (Fundação de Tecnologia do Estado do Acre).1990. Diagnóstico das indústrias de serraria de Rio Branco Rio Branco. 157p.

Gandara, F. B.1995 Diversidades genética e taxa de cruzamento em uma populaçao de Cedrela fissilis Vell. Meliaceae) Campinas/SP 69p. (Master's thesis, UNICAMP)

Gara, R.F., Allan, G.G., Wilkins, R.M., Whitmore, J.L., 1973. Flight and host selection behaviour of the mahogany shoot borer, Hypsipyla grandella Zeller (Lep. Phycitidae). Zeitschrift-fur Angewandte - Entomologie. 72(3): 259 - 266.

Gillies, A., Navarro, C. & Hernández, M., 1995. First Anual Scientific Report: Assesment of genetic diversity of economically and ecologically important tree species of Central América and the Caribean: Implications for conservation, sustainable utilization and management. CATIE-ITE, Internal working paper.

Gómez, T.J., Jasso M.J., 1995. Variación morfológica de frutos de *Swietenia macrophylla* King (Caoba).In: II Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resumenes de Ponencias. Montecillo, México. p 11.

Gripjma, P., 1970. Immunity of *Toona ciliata* M. Roem. var *australis* (FVM) CDC and *Khaya ivorensis* A. Chev. to attack of Hypsipyla grandella Zeller in Turrialba, Costa Rica. Turrialba 20 (1): 85-93.

Grijpma, P. 1973. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep. Pyralidae) XVIII. Records of two parasites new to Costa Rica. CATIE-IICA. Costa Rica. Turrialba. 23(2): 235-236.

Grijpma, P. 1976. Resistance of Meliaceae against the shoot borer *Hypsipyla* with particular reference to *Toona ciliata* M. J. Roem. var *australis* (F v M) C.D.C. In: J. Burley y B.T. Styles (eds.). Tropical trees, variation, breeding and conservation. London. Linnean Society Symposium. Series Number 2. pp. 69-78.

Gullison, R. E. & Hardner J. J. 1993. The effects of road design and harvest intensity on forest damage caused by selective logging. Empirical results and a simulation model from the Bosque Chimanes, Bolivia. Forest Ecology and Management. 59(1-2): 1-14.

Hamrick, J. L. & Godt, M.J.W., 1990 Allozyme diversity in plant species. In: Brown, A.H.D., Cleegg, M.T., Kahler, A.L. e Weir, B.S. (eds.) Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. p. 43-63.

Holdridge, L. R. & Poveda L. J. 1975. Arboles de Costa Rica. San José. Costa Rica. Centro de Ciencias Tropicales. Vol. I.

Howard, F., Nakahara S. y William D. S. 1995. Thysanopthera as apparent pollinators of west Indies Mahogany *Swietenia mahagony* (Meliaceae). Annales des Sciences Forestìeres. (Paris). 52(3): 283-286.

Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree especies in tropical forests. American Naturalist. (104): 501-528.

Kageyama, P. Y., Namkoong G. & Roberds J. 1992. Genetic diversity in tropical forests in the state of São Paulo. Brazil. Piracicaba. ESALQ/USP. (Unpublished).

Kageyama, P. Y. 1996. Recursos genéticos de especies de la familia Meliaceae en los neotrópicos: prioridades para acción coordinada, Brasil y sur de Suramérica. Forestry Department, FAO, Rome, Italy. 34 p. (Unpublished).

Kriecher, J. C. A. 1990. Neotropical Companion: an introduction to the animals, plants and ecosystems of the new world tropics.New Jersey. Princeton University Press. 435 p.

Lee, H. Y. 1967. Studies on the thyrse, a mixed inflorescence. Taiwania 13: 131-146.

Linares, B. C. 1996. Recursos genéticos de especies de la familia Meliaceae en los neotrópicos: prioridades para acción coordinada, Perú y norte de Sudamérica. Forestry Department, FAO, Rome, Italy, 69 p. (unpublished).

Little, E.L., Jr. Wadsworth, F.H., Marrero, J., 1967. ärboles Comunes de Puerto Rico y Las Islas Vírgenes. USDA - Forest Service-Universidad de Puerto Rico. Editorial UPR.827 pp.

Little, E. L. Jr. 1978. Atlas of United States trees. Florida. Misc. Public. 1362. Washington. D.C. USDA. 1362. vol. 5.

Menéndez, J. M., Berrios M del C. & Castilla R. 1989. Observaciones sobre los hábitos alimenticios de larvas de *Hypsipyla grandella* Zeller en condiciones de laboratorio. Inst. de Invest. For. La Habana. Revista Forestal Baracoa. 19 (2): 7-14.

Miller, W. A. 1940. Mahogany logging in British Honduras. Carib. For. (2): 67-72.

Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Volúmenes I y II. Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Navarro, P. C. & Hernández M. 1996. Informe anual interno del proyecto diversidad genética de caoba. CATIE. Costa Rica. 4p.

Navarro, P. C. 1996. Informe sobre los recursos genéticos de la familia Meliaceae en Centro América: Prioridades para actividades coordinadas. Forestry Department, FAO, Rome, Italy, 31 p. (Unpublished)

Negreros-Castillo, P. & Mize, C. 1993. Effects of partial overstory removal on the natural regeneration of a tropical forest in Quintana Roo, México. Forest Ecology and Management. 58 (3-4): 259-272.

Newton, A. C. 1990. Selección por resistencia al perforador de las meliáceas. Noticiero (5). Mejoramiento genético y semillas forestales para América Central. Turrialba. Costa Rica. CATIE.

Newton, A. C. Baker P., Ramnarine S., Mesén F. & Leakey, R.R.B. 1993a. Mahogany shoot borer: prospects for control. Forest Ecology and Management.

Newton, A. C. Leakey R.R.B. & Mesén F. 1993b. Genetic variation in mahoganies: its importance, capture and utilization. Biodiversity and Conservation. 2 : 114-126.

Newton, A. C., Leakey R.R.B., Powell W., Chalmers K., Waugh R., Tchoundjeu Z., Mathias P. J., Alderson P. G., Mesén J. F., Baker P. & Ramnarine S. 1994. Domestication of mahoganies. In: Leakey, R.R.B. & Newton, A.C. Tropical trees: the potential for domestication and the rebuilding of forest resources.

Newton, A. C., Cornelius J. P., Mesén J. F. & Leakey R. R. B. 1995. Genetic variation in apical dominance of *Cedrela odorata* seedlings in response to decapitation. Silvae Genetica 44 (2-3).

Niembro, R. A. 1996. Producción de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) bajo condiciones naturales en Campeche, México. Ciencia Forestal. México. (in press) 11 p.

Niembro, R. A. 1996a. Influencia del peso de los frutos de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en el rendimiento y calidad de sus semillas. Ciencia Forestal. México. (in press). 31 p.

Niembro, R. A. 1996b. Producción de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) bajo condiciones naturales en Campeche, México. Ciencia Forestal. México (in press). 12 p.

Patiño, V. F., De la Garza L. P., Villagómez A. Y., Talavera A. I. & Camacho M.F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. México. 63 : 181.

Patiño, V. F. 1987. Los inventarios forestales y la conservación *in- situ* de los bosques tropicales. In: Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional en las zonas tropicales. Lund, H. G. et al. Washington, USDA. FS. Gen. Tech. Rep. WO - 39: 99-104.

Patiño, V. F. 1995. Informe de la Región México. IX Reunión Cuadro de Expertos en Recursos Genéticos Forestales, FAO. Roma Italia. 9 p. (Unpublished)

Patiño, V. F. 1996. Recursos genéticos de especies de la familia Meliaceae en los neotrópicos: Prioridades para acciones coordinadas. México. Centro América y El Caribe. Forestry Department, FAO, Rome, Italy (Unpublished)

Pennington, T. D. & Sarukhán K. J. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO-SAG. México. 413 p.

Pennington, T. D. 1981. A monograph of the neotropical Meliaceae. New York. The New York Botanical Gardens.

Reynel, C.R.(Coordinador Técnico), 1988. Estudio de la variabilidad fenotípica de *Cedrela odorata* en el Peru. Informe final presentado a la FAO (Unpublished).

Reynel, C. & Pennington T. D. 1989. Reporte sobre los cedros y su situación en el Perú. CDC-UNALM. 100 p. (in preparation).

Rodan, B. D., Newton A. C. & Verissímo, A. 1992. Mahogany conservation: status and policy initiatives. Environmental Conservation. 19 (4): 331-338.

Salas, E. J. B. 1993. Arboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). Managua. Nicaragua. 390 p.

Schoonhoven, L.M., 1974. Studies on the shoot borer Hypsipyla grandella Zeller (Lep. Pyralidae) XXIII Electroantennograms (EAG) as a tool in the analysis of insect attractans. CATIE. Costa Rica. Turrialba 24 (1): 24 - 29.

SEDUE, 1989. Información básica sobre las áreas protegidas de México. Sistema Nacional de Areas Protegidas. 80 p.

Styles, B. T. 1972. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. Silvae Genetica. 21 (5): 175-182.

Styles, B. T. & Khosla, P. K. 1976. Citology and reproductive biology of Meliaceae. In: Tropical trees: variation, breeding and conservation. Burley J. y Styles B. T. (eds). Linnean Society Simposium. Series Number 2 : 61-68.

Styles, B. T. 1981. Swietenioideae. In: Meliaceae. Flora neotropica monograph. Pennington, T. D. Styles, B. T. y Taylor, D. A. H. (eds.). New York Botanical Garden. New York. USA. 28: 359-418.

Tillmans, H. J. 1964. Notas bibliográficas sobre *Hypsipyla grandella* Zeller. Inst. For. Latino Americano. Mérida. Venezuela. Bol. 14: 82-92.

Vantomme, P. 1991. The timber export potential from the brasilian Amazon. Revue Bois et Forêts des Tropiques. (227): 69-74.

Verissímo, A. et al. 1995. Traction of a high-value natural resource in Amazônia: the case of mahogany. Forest ecology and management. 72 (1): 39-60.

Watson, L. & Dallwitz, M. J. 1995. Onwards. The families of flowering plants: descriptions and ilustrations. URL http:/muse. bio. cornell. edu/delta.

Watt, A. D., Newton, A. C. & Cornelius, J. P. 1996. Resistance in mahoganies to *Hypsipyla* species. A basis for integrated pest management. In: Abstracts of International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae. Kandy, Sri Lanka. August 20-23.

Weaver, P. L. & Bauer, G. P. 1986. Growth, survival and shoot borer damage in mahogany plantings in the Luquillo Forest in Puerto Rico. Turrialba 36 (4): 509-522.

Weaver, P. L. 1987. Enrichment planting in tropical America. In: Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies. Figueroa J. C., Wadsworth F. H. and Branham S. (eds.). Institute of tropical forestry. Puerto Rico, USDA - Forest Service. pp. 259-278.

Weaver & Sabido, 1996.Preliminary report on mahogany in Belize. Draft copy for USAID, The United States Embassy in Belize and The Smithsonian Institute. 48 p.

Whitmore, J. & Hinojosa, G. L. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. Forest Service Research Paper. ITF-23. 8 p.

Whitmore, J. L. 1983. *Swietenia macrophylla* and *S. humilis* (caoba, mahogany), in Costa Rican Natural History. In: D.H. Janzen (ed.). Chicago Univ. Press. Chicago and London. pp. 331-333.

NUEVA PUBLICACIÓN: LOS RECURSOS GENÉTICOS DE SWIETENIA Y CEDRELA EN LOS NEOTRÓPICOS - Propuestas para una acción coordinada

Este informe es una continuación de las recomendaciones realizadas durante la 9ª Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales (1995). Redactado como un documento de síntesis por Fernando Patiño Valera, INIFAP, México, está basado en un trabajo contratado por la FAO con cuatro expertos de Sudamérica y América Central. Su publicación en español e inglés ha sido posible gracias a la amable colaboración del proyecto GCP/RLA/118/NET.

El informe incluye una introducción a la ecología de la *Swietenia* y la *Cedrela*, a continuación describe la variación genética de ambos géneros y analiza los resultados de los ensayos de procedencias y progenies. Se estudia y examina su rareza y se llega a la conclusión de que los recursos genéticos contenidos en estos géneros son muy vulnerables y justifican plenamente un esfuerzo coordinado de protección y conservación. El informe examina los trabajos en marcha, país por país, y señala aquellas áreas en que se necesitan acciones inmediatas y aquellas en que son posibles acciones de investigación en colaboración. Se sugiere la creación de una red de Recursos Genéticos de Caoba.

El título completo es: Recursos Genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los Neotrópicos : Propuestas para una acción coordinada, 1997. Por Fernando Patiño Valera, basado en el trabajo contratado por la FAO con P.Y. Kageyama, C. Linares B., C. Navarro P. y F. Patiño V. Dirección de Recursos Forestales, Departamento de Montes, FAO, Roma.

El informe esta disponible en inglés y español en la siguiente dirección:
FAO, Dirección de Recursos Forestales, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia
Fax (+39)(6) 5225 5137 E-mail: <Forest-Genetic-Resources@fao.org>

VARIACION GENETICA DE LA *SWIETENIA MACROPHYLLA* EN UPALA, NORTE DE COSTA RICA

por

Carlos Navarro
CATIE, Turrialba, Costa Rica

La Caoba (caoba de hoja grande), *Swietenia macrophylla*, ha sido desde hace mucho tiempo una de las especies forestales de mayor importancia en el mercado internacional para los países centroamericanos. Aún hoy día, a pesar de su utilización anterior en gran parte sin ordenación, la especie continúa siendo un recurso muy valioso que se está tratando de ordenar y utilizar sosteniblemente. Además de su valor comercial, esta especie es muy apreciada por pequeños y medianos finqueros que la plantan en sus huertos caseros, sistemas agroforestales y plantaciones mixtas y puras.

La Caoba ha sido protegida recientemente por ley en Costa Rica dada la fuerte explotación que ha sufrido, quedando un número reducido de individuos en bosques fragmentados que podrían estar sufriendo procesos de endogamia. Además, la Caoba fue incluida en la enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) apéndice III, dados los actuales niveles de explotación en Centro y Sudamérica.

Las medidas anteriores han motivado algunas iniciativas dirigidas a la ordenación de la caoba, a la caracterización de sus recursos genéticos existentes, y a investigaciones relacionadas con sus posibilidades de mejoramiento.

El presente trabajo informa sobre los resultados preliminares de las investigaciones realizadas dentro del marco del proyecto "Diversidad Genética de la Caoba" de CATIE, basado en el material foliar y las semillas recogidas en Centroamérica y México, que incluirá el estudio de la variación genética a nivel de ADN y en aspectos cuantitativos a través de ensayos de progenie.

Los objetivos específicos del estudio son: (i) Identificar material genético de especial valor para la conservación y el mejoramiento genético; (ii) Comprobar la adaptación de las poblaciones de la especie del norte de Costa Rica en las condiciones naturales de Upala, sur de Costa Rica.

Los ensayos de progenie se establecieron en 1996 en dos áreas de cultivos abandonados a 50 msnm, con una precipitación media anual de 2.500 mm., temperatura media anual de 25 °C y una estación seca de 3 meses con menos de 100 mm. por año. Como diseño experimental se utilizaron bloques completos al azar con 15 repeticiones, 31 tratamientos y dos árboles por tratamiento.

Se han realizado hasta ahora tres mediciones de la altura total y tres del diámetro en el cuello de la raíz, utilizando forcípula. Las tres evaluaciones se tradujeron en diferencias estadísticamente significativas entre las progenies; los resultados de la última evaluación han sido utilizados como base para el análisis realizado en este documento.

Los 31 tratamientos se componen de familias de polinización abierta, de árboles de bosques naturales sin ninguna selección especial por forma o dimensión, aunque si se debe indicar que los árboles de mayor tamaño y que dominan los estratos superiores del bosque fueron los que poseían semillas en cantidad suficiente para el ensayo.

A los ocho meses, el ensayo demostró una buena adaptación a los lugares de ensayo con un diámetro medio en el cuello de la raíz de 23,8 mm. (con corteza), y una altura media de 110,82 cm., y una supervivencia del 95%. Se encontraron diferencias muy significativas (al nivel del 0,001%) para los bloques y tratamientos.

Las mejores progenies, a los ocho meses de edad, eran un 109% más altas y tenían un diámetro en el cuello de la raíz un 84% mayor que las peores progenies (133 cm. frente a 65 cm. y 29 mm. frente a 15,8 mm.). La media para las diez familias era de 126 cm. y 25 mm. lo que representaba un 35% y un 49% superior a los valores correspondientes a las peores familias (93 cm. y 18 mm. respectivamente).

Se realizó un análisis de covarianza utilizando los resultados de la primera evaluación a fin de diferenciar el crecimiento en el vivero y en el campo. Se obtuvieron diferencias en la clasificación de las mejores progenies aunque las diez mejores continuaron siendo las mismas. Se calculó la varianza de la altura total y del diámetro en el cuello de la raíz; la heredabilidad en sentido estricto fue del 0,81 y 0,47 respectivamente. Newton et al. (1996), al evaluar los experimentos de Costa Rica y Trinidad obtuvieron valores de heredabilidad de 0,38 $\pm$ 0,12 y 0,11 $\pm$ 0,06 para la altura total, pero utilizando un menor número de familias (tratamientos).

Si las diferencias entre progenies subsistiesen con el tiempo, se podrían obtener ganancias considerables en un programa de mejoramiento genético de la especie utilizando un rango mayor de progenies. Los coeficientes de variación genética aditiva a los 8 meses fueron de 25,62 % para la altura total y de 22,9 % para el diámetro en el cuello de la raíz, lo que nos indica cuan importante es la variación genética dentro de la variación total de la especie.

Es de gran importancia la conservación de los pocos bosques remanentes que quedan en el norte de Costa Rica con presencia de "Caoba" para mantener esta especie y hacer posible su mejora genética y poder mantener a lo largo del tiempo el uso racional de sus recursos genéticos.

El aporte de la genética molecular como herramienta en la conservación y ordenación de la especie será un complemento importante para los ensayos de progenie y ayudará a obtener una información básica adicional sobre esta especie amenazada tan importante económicamente.

REFERENCIAS

Cornelius J. 1994. Heretabilities and additive genetic coefficients of variation in Forest trees. Canadian Journal of Forest Research 24: 372-379.

Newton A.C., Cornelius J.P., Baker P., Gillies, A.C.M., Hernández M., Ramnarine S., Mesen y J.F., Watt A.D.. 1996. Mahogany as a genetic resource. Botanical Journal of the Linnean Society. 122:61-73.

NUEVA PUBLICACION EN ESPAÑOL:
ORDENACION DE RECURSOS GENETICOS FORESTALES

Bajo los auspicios de la Comisión Forestal Norteamericana, se celebró un Seminario sobre la "Ordenación de los Recursos Genéticos Forestales", en la Universidad Autónoma de Chapingo, México, del 10 al 14 de Abril de 1995. Se pronunciaron 13 conferencias, dentro de los capítulos siguientes: conceptos básicos de la conservación de los recursos genéticos forestales, manejo de germoplasma, evaluación de germoplasma, utilización de germoplasma de especies forestales.

Con el apoyo financiero del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, SEMARNAP y la FAO, los documentos presentados en el seminario se han puesto recientemente a disposición de los lectores de español. El libro, titulado "Manejo de Recursos Genéticos Forestales", compilado por J.J. Vargas Hernández, B.B. Velásquez y F.T. Ledig, (ISBN 968-839-223-5, 252 págs) está disponible en:

Programa Forestal, Instituto de Recursos Naturales
Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, 56230
Tel. (fax) : + 52 91 595 1 15 77; E-mail : vargashj@colpos.colpos.mx

INFORME RESUMIDO SOBRE LOS RESULTADOS DE LA DECIMA REUNION DEL CUADRO DE EXPERTOS DE LA FAO EN RECURSOS GENETICOS FORESTALES

La Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales tuvo lugar en la sede de la FAO, en Roma, del 9 al 11 de septiembre de 1997. En el **Apéndice 1** se incluye una lista de los miembros del Cuadro, nombrados por el Director General a título personal, por un período de tres años; y una lista de los observadores que asistieron a la Undécima Reunión.

De acuerdo con su mandato, el Cuadro examinó en su Décima Reunión los trabajos realizados en el campo de los recursos genéticos forestales desde su reunión anterior (3 a 5 de octubre de 1995); discutió las prioridades de acción a nivel nacional, regional, eco-regional y global e hizo recomendaciones sobre actividades, prioridades y futuro enfoque de las actividades de la FAO en este campo.

La rápida expansión del alcance de la técnica, el número de institutos y organismos involucrados y el nivel y alcance del debate global que ha tenido lugar durante los últimos años, fueron puestos de manifiesto por el Cuadro, y se discutieron los nuevos avances a nivel político, institucional, científico y técnico y sus consecuencias para el trabajo de la FAO.

El Cuadro destacó la necesidad de que la FAO continúe sirviendo como punto de referencia para la comunidad mundial en el campo de los recursos genéticos forestales y de que fortalezca aún más los esfuerzos para impulsar, apoyar técnicamente y ayudar a coordinar las acciones a nivel nacional, regional e internacional mediante la colaboración con las instituciones existentes.

A continuación se hace un resumen de las recomendaciones aprobadas por la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales.

RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES[1]

El Cuadro:

► recomendó que se aumenten los esfuerzos para ayudar a mejorar la concienciación e informar a los responsables de las decisiones, al público en general y a los profesionales, dentro y fuera del sector forestal, de los problemas relacionados con la conservación, gestión, utilización sostenible e incremento de los recursos genéticos forestales basándose en un sólido conocimiento científico y técnico y dedicando una atención especial a las consecuencias potenciales de la falta de acción o la negligencia;

► recomendó que la FAO, en colaboración con los Centros apropiados de GCIAI y otros institutos interesados, continúe desempeñando un papel activo en la ayuda a los países miembros para llevar a cabo la exploración, evaluación y domesticación de los árboles forestales que producen frutos y alimentos y ayude a mejorar el conocimiento sobre el papel importante y directo que desempeñan estas especies para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural;

► recomendó que la FAO continúe proporcionando un fuerte liderazgo internacional y un punto de referencia para la comunidad mundial en el campo de los recursos genéticos forestales, en el que es ampliamente reconocida la competencia de la Organización;

► recomendó que se mantenga el importante foco tradicional en materia de colaboración con los institutos nacionales y la promoción activa de asociaciones y redes de trabajo, para facilitar la transferencia de tecnologías e información, para conseguir la complementariedad de las acciones y para ayudar a evitar la duplicación injustificada de esfuerzos;

---

[1] Para información adicional, véase el Informe de la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Rcursos Genéticos Forestales. FAO, Roma 1997. *En prensa*.

► recomendó que se mantenga una estrecha cooperación a nivel internacional, regional, subregional y eco-regional entre la FAO y otros institutos y sistemas de acción gubernamentales y no gubernamentales de carácter internacional; y que continúe fortaleciéndose la colaboración en beneficio mutuo con mecanismos tales como el Convenio sobre Diversidad Biológica y el Convenio de las Naciones Unidas sobre Lucha contra la Desertificación;

► solicitó que se hagan esfuerzos para mantener los actuales niveles de financiación para el programa de la FAO sobre recursos genéticos forestales para poder continuar las actividades en consonancia con las recomendaciones de los correspondientes Órganos Estatutarios y de Gobierno;

► recomendó que continúen manteniéndose unas estrechas vinculaciones en los niveles apropiados y utilizando los mecanismos pertinentes, entre la sede de la FAO, sus Oficinas Regionales y Subregionales y los Programas de Campo coordinados por la FAO en materia de recursos genéticos forestales, y que la necesidad de una estrecha sinergia entre las actividades normativas y de campo se reflejen adecuadamente en la Estrategia Forestal actualmente en preparación;

► recomendó que la FAO, en colaboración con sus socios internacionales y nacionales, ayude a fomentar el desarrollo, la adopción y ejecución de unas sólidas estrategias sobre recursos genéticos forestales como parte de los planes generales de desarrollo, nacionales y regionales, con la consideración debida al carácter complementario de la conservación, gestión y fomento de los recursos genéticos, por una parte, y la ordenación y utilización sostenible de los recursos forestales, por otra;

► recomendó que se mantenga un equilibrio entre el apoyo a las actividades sobre recursos genéticos forestales en los ecosistemas forestales tropicales secos y húmedos y que se dé la debida atención también a los bosques mediterráneos, templados y boreales, aprovechando las oportunidades del trabajo en red y en asociación, siempre que sea posible;

► recomendó que la FAO y IUFRO, en colaboración con otros institutos apropiados, analicen y ayuden a revisar y actualizar la terminología existente en el campo de los recursos genéticos forestales, concentrándose inicialmente en una serie fundamental de términos y conceptos básicos;

► recomendó que el Departamento de Montes de la FAO continúe manteniéndose fielmente informado sobre los acontecimientos a nivel nacional e internacional relacionados con el acceso al germoplasma vegetal y forestal y que informe a los países miembros e institutos colaboradores sobre los nuevos acontecimientos de importancia para las actividades sobre recursos genéticos forestales;

► recomendó que la FAO y el CIRF continúen dedicándose a la organización de talleres sobre el traslado seguro de germoplasma forestal, en estrecha colaboración con otros institutos interesados nacionales e internacionales;

► recomendó que se dedique una atención creciente a los esfuerzos para cuantificar los costes y beneficios de la conservación y la ordenación genética, el incremento y la utilización racional de los recursos genéticos forestales; y que se dedique atención a nivel político y de toma de decisiones sobre los riesgos potenciales y los costes económicos, sociales y ambientales del descuido o gestión inapropiada de estos recursos, posiblemente mediante la elaboración de estudios de casos;

► recomendó que la FAO desempeñe un papel activo ayudando a mejorar la concienciación sobre el lugar y papel de las nuevas biotecnologías dentro de las estrategias globales de mejoramiento de árboles y en los programas dinámicos de conservación *in situ* y de ordenación genética, con especial referencia a la necesidad de equilibrar la asignación de recursos entre las tecnologías tradicionales y las nuevas tecnologías;

► solicitó que se atienda con prontitud a las recomendaciones de la Decimotercera Reunión del Comité de Montes relacionadas con la organización de talleres sobre recursos genéticos forestales de carácter regional, dirigidos por los países y orientados a la acción, a organizar en colaboración con los países y regiones que deseen dedicarse a este tema, bajo la tutela general de las Comisiones Forestales Regionales y con la orientación y apoyo técnico y científico de este Cuadro;

► recomendó que se utilicen plenamente las redes existentes de institutos y expertos en las regiones y a nivel internacional para ayudar a garantizar la disponibilidad en los talleres regionales de información apropiada y científicamente sólida en apoyo del proceso de toma de decisiones;

► recomendó que al discutir las prioridades sobre recursos genéticos forestales, los países den la debida atención a aquellos elementos fundamentales de las estrategias de ordenación genética que pueden considerarse comunes a todas las regiones, situándolos dentro del contexto de las necesidades y prioridades predominantes de carácter ecológico, social y económico de las regiones y países interesados;

► recomendó que los conocimientos, experiencias y capacidades disponibles en los países y regiones, y las capacidades disponibles en IUFRO y otras organizaciones apropiadas se aprovechen para el desarrollo de una matriz flexible fácil de aplicar y técnica y científicamente sólida para la determinación de especies y actividades prioritarias sobre recursos genéticos para su adaptación y utilización como un esquema común en los talleres regionales sobre recursos genéticos forestales, teniendo debidamente en cuenta el formato de las listas de prioridades, por regiones, especies y actividades, elaboradas regularmente por este Cuadro;

► recomendó que se prosiga vigorosamente el desarrollo del Sistema Mundial de Información de la FAO sobre Recursos Genéticos Forestales, REFORGEN, con la debida atención a la necesidad de garantizar la oportuna actualización y verificación de la información por parte de los países interesados y que, cuando sea posible, se hagan esfuerzos para vincular el sistema directamente con otros sistemas de información relacionados, para el máximo beneficio de los usuarios;

► recomendó que la FAO, en colaboración con otras organizaciones apropiadas, continúe informando a los usuarios sobre las bases de datos y sistemas de información existentes en materia de recursos genéticos forestales a nivel internacional y regional, proporcionando información sobre sus características y enfoques respectivos; y que se busque activamente la coordinación de esfuerzos;

► recomendó que la FAO y sus socios internacionales, continúen proporcionando su liderazgo y apoyo a las actividades de la Red Internacional del Neem;

► recomendó que se hagan esfuerzos para obtener apoyo y financiación exterior para las actividades prioritarias a realizar dentro del marco de la propuesta Red de la Caoba, basándose en la documentación y documentos de proyecto preparados para las especies neotropicales de las Meliaceae, siguiendo las recomendaciones de la Novena Reunión del Cuadro;

► recomendó que las primeras acciones dentro de la Red de la Caoba, se centren en la coordinación y apoyo a los institutos nacionales y regionales en materia de investigación como base para una buena conservación y utilización de los recursos genéticos de caoba, dirigidos especialmente al incremento de los conocimientos sobre el status, variación y biología de las especies elegidas, y sobre los problemas relacionados con la biología de la regeneración, ordenación selvícola y resistencia a las enfermedades;

► recomendó que la FAO ayude a sostener la colaboración inter-regional y los vínculos entre las tres regiones tropicales dentro del marco general de la Red de la Caoba;

► recomendó que se continúe la publicación en inglés, francés y español del boletín anual de noticias, *Recursos Genéticos Forestales*, y que la FAO prosiga su política de publicación de guías bien orientadas, manuales y pequeños libros para su utilización por el personal técnico, los responsables de la elaboración de las políticas y el público en general, que comprendan los diversos aspectos de la conservación, ordenación, ensayo, mejora genética e incremento de los recursos genéticos forestales.

APENDICE 1.

MIEMBROS DEL CUADRO DE EXPERTOS DE LA FAO EN RECURSOS GENETICOS FORESTALES
(Período 1 de julio de 1997 a 30 de julio de 2000)

S.J. Midgley	(Australia) - Vicepresidente
P.Y. Kageyama	(Brasil)
A. Issa	(Burkina Faso/Mali)
H.R. Wang	(China)
F. Mesén	(Costa Rica)
B.A. Ditlevsen	(Dinamarca)
V. Koski	(Finlandia)
H.I. Joly	(Francia)
B.N. Gupta	(India)
R. Morandini	(Italia)
D. Baskaran K.	(Malasia)
F. Patiño Valera	(México) - Presidente
R.D. Barnes	(R.U.)
G. Namkoong	(Canadá/EUA)
D.P. Gwaze	(Zimbabwe).

Asistieron a la Décima Reunión del Cuadro los siguientes observadores:

Sr. A.S. Ouedraogo	(CIRF)[1]
Sr. J. Turok	(CIRF)[2]
Sr. T. Boyle	(CIFOR)
Sr. E. Teissier du Cros	(IUFRO)

La Sra. Christel Palmberg-Lerche, Jefe del Servicio de Desarrollo de Recursos Genéticos Forestales (FORM) actuó como Secretaria del Panel, ayudada por el Sr. Pierre Sigaud, Oficial Forestal (Recursos Genéticos Forestales) y Christian Hansen (Oficial Profesional Asociado, Plantaciones Forestales y Recursos Genéticos Forestales) FORM. El Sr. D.A. Harcharik, Director General Adjunto del Departamento de Montes y el Sr. H. El Lakany, Director de la Dirección de Recursos Forestales (FORD), asistieron a diversas partes de la reunión, siendo acompañados ocasionalmente por colegas de los Departamentos de Agricultura y Desarrollo Sostenible.

---

[1] Acompañado, durante parte de la reunión por otros colegas de CIRF, incluyendo M. Iwanaga, Subdirector General (Programas) quien hizo una declaración en nombre de CIRF durante la sesión inaugural.

[2] Coordinador de la Red Europea de Recursos Genéticos Forestales, EUFORGEN.

RED DE ENSAYOS DE LAS ACACIAS AFRICANAS: COLECCION DE SEMILLAS DE SEIS ESPECIES PARA ENSAYOS DE PROCEDENCIAS/PROGENIES, QUE SE MANTIENE EN EL INSTITUTO FORESTAL DE OXFORD

por

Christopher W. Fagg, Richard D. Barnes y Cripsen T. Marunda

ANTECEDENTES

El aumento de la presión demográfica y ganadera y una serie de sequías, han contribuido a la deforestación y grave degradación de las tierras en las zonas secas de Africa. La mayoría de las especies útiles de las comunidades climácicas originales han desaparecido y es poco probable que se restablezcan por si mismas en un futuro próximo. Los intentos realizados de reforestación con especies exóticas han tenido poco éxito y las que quedan son especies pioneras naturales, entre ellas las acacias.

El género *Acacia* se encuentra comúnmente por todo el continente y con frecuencia es dominante. Las especies africanas son de gran importancia socioeconómica, habiendo evolucionado a lo largo de milenios junto con los grandes herbívoros, proporcionando un forraje muy nutritivo, lo que favorece que los animales efectúen la dispersión de la semilla. Como pioneras, colonizan y rehabilitan rápidamente las estaciones perturbadas y fijan las dunas arenosas.

Tradicionalmente el hombre rural y sus ganados han explotado estos árboles con muchos fines y, más recientemente, se han plantado o fomentado algunas especies en los campos de cultivo para obtener una mezcla íntima con los cultivos agrícolas y para restaurar la fertilidad del suelo durante los períodos de barbecho. Tienen un gran potencial para incrementar la productividad de terrenos cultivables y no cultivables, mediante el reciclado del agua y los nutrientes desde grandes profundidades, fijando el nitrógeno, mejorando el microclima y proporcionando una amplia variedad de productos que incluyen leña, forrajes y productos de exudación.

El género *Acacia* es el más amplio de la subfamilia Mimosoideae, extensamente distribuido por el mundo tropical. Existen en la actualidad alrededor de 1.250 especies, 900 en Australia, 200 en los Neotrópicos, 135 en Africa y unas pocas especies en Asia. En Africa, el IFO ha elegido seis de ellas para evaluación genética y desarrollo basándose en su importancia socioeconómica. Éstas son *Acacia tortilis, A. nilotica, A. senegal, A. (Faidherbia) albida, A. karroo* (objeto de un proyecto independiente, R.4526) y *A. erioloba*. Tienen ellas distribuciones extensas y discontinuas que indican modelos complejos de variación. Son muy diversas con 22 taxa independientes reconocidos hasta ahora dentro de las seis especies. Existen grandes diferencias ecológicas y climáticas entre los taxa y procedencias que pueden tener un efecto directo sobre el éxito o fracaso de una introducción.

Cada una de las seis especies tiene una ecología diferente y se maneja para una extensa variedad de usos. Por ejemplo, la *Faidherbia albida* y la *Acacia erioloba* son árboles muy grandes de copas extensas, que vegetan predominantemente en arenas fluviales y dunas desérticas profundas, respectivamente. Ambas producen abundantes cantidades de grandes vainas que sirven como excelente forraje en la parte final crítica de la estación seca. La *F. albida* tiene también la rara propiedad de perder sus hojas durante la estación lluviosa, proporcionando un mejor microclima bajo cubierta para la producción de cultivos y aumentando los rendimientos de los cultivos de cereal. Ambas forman una zona verde exigiendo como ideal al menos un amplio espaciamiento entre los árboles adultos. La *F. albida* forma también grandes poblaciones gregarias sobre suelos arcillosos pesados, por ejemplo en las tierras altas de Etiopía.

La *Acacia senegal* y la *A. karroo* son árboles más pequeños que se desarrollan muy bien en suelos arenosos y arcillosos y, en condiciones climáticas duras, producen una goma de alta calidad que puede venderse como cultivo comercial. Muchos millares de agricultores de subsistencia de Sudán dependen de los ingresos de la goma arábiga para suplementar sus malas cosechas. La *A. senegal* var. *senegal*, que produce la goma arábiga, tiene hojas nutritivas y mejora también la fertilidad del suelo de las regiones del Sahel y la *A. karroo* pueden desarrollarse bien en una extensa variedad de tipos climáticos y edáficos desde suelos arcillosos pesados a dunas arenosas y desde zonas con precipitaciones de verano a las de invierno, proporcionando forraje nutritivo, leña y goma en Africa meridional. Ambas especies han sido utilizadas en la estabilización de dunas arenosas.

Muchos de los taxa de *Acacia tortilis* y *A. nilotica* se dan naturalmente en zonas de pastizal explotándose para forraje y leña. Son resistentes a la sequía y se han plantado con éxito como especies exóticas como en el caso de la *A. tortilis* ssp. *raddiana* en la India. La *A. tortilis* se suele encontrar sobre suelos alcalinos y algunas subespecies de la *A. nilotica* sobre suelos secos pesados en las sabanas. Todas las subespecies de *A. tortilis* y *A. nilotica* ssp. *adstringens* tienen un potencial reconocido para la fijación de dunas arenosas. Por otra parte, la *A. nilotica* ssp. *nilotica* y ssp. *tomentosa* están muy limitadas a hábitats ribereños y áreas estacionalmente inundadas explotándose como árboles madereros en Sudán. En la India, la *A. nilotica* ssp. *indica* es por naturaleza de ribera, formando bosques secos en bajas altitudes, por ejemplo en Sind, pero se ha convertido en un árbol agrícola plantado extensamente en las llanuras de todo el subcontinente. Ambas especies muestran cierta tolerancia a la sal.

Aunque se ha plantado activamente una serie de especies en algunas zonas, sólo recientemente se ha iniciado un programa de mejora genética. Cuatro de las citadas especies africanas de *Acacia* fueron identificadas en el Proyecto FAO/IBPGR, dedicado a especies de zonas áridas (Armitage *et al.* 1980; Palmberg 1981), como especies que requieren una mejora y conservación inmediatas. En algunas regiones las poblaciones de las especies estaban amenazadas debido a la falta de regeneración natural. Este proyecto identificó y recogió semilla sólo de dos países de Africa. Trabajos posteriores, coordinados por CIRAD/CTFT, muestrearon muchas más estaciones de *Faidherbia albida* y de *A. senegal* en Africa occidental. En 1987 IFO/ODA comenzaron el muestreo de las cuatro especies y sus principales taxa subespecíficas en las zonas escasamente recolectadas de Africa oriental y meridional y posteriormente añadieron la *A. karroo* y la *A. erioloba* para un estudio intensivo.

La finalidad de este documento es dar cuenta brevemente de los procedimientos de muestreo que se utilizaron por IFO al hacer las recolecciones de semilla de estas cinco especies de *Acacia* y de la *Faidherbia albida* y una lista de procedencias que muestra sus localizaciones y los datos climáticos básicos en relación con su distribución natural.

MUESTREO DE VARIACION GENETICA

Las procedencias para la recolección de semilla se eligieron teniendo en cuenta la discontinuidad geográfica y las diferencias de clima, altitud, suelos y ecología aunque modificadas por limitaciones de acceso y de tiempo. Como se sabía poco inicialmente de cualquiera de las especies sobre los modelos de variación dentro de una población, se hizo un muestreo amplio con una recolección de 25 ó más árboles individuales por procedencia, espaciados al menos 100 metros entre sí. Para muchas procedencias, se mantuvieron separados lotes de semilla de árboles individuales. Esto permitió utilizar semilla para estudios sistemáticos de progenies, variación y mejora genética. También permitió el control de la contribución de cada árbol para conseguir un equilibrio en el lote de semilla a granel de cada procedencia y permitirá, si es preciso, la incorporación en los ensayos de campo de las pruebas a nivel de progenie de semihermanos.

Faidherbia albida

No hay en la actualidad taxa infraespecíficas aceptadas dentro de la especie, aunque Brenan (1959) reconoció dos razas, basándose en la distribución de las ramillas y la vellosidad de las inflorescencias y el tamaño de los foliolos y Nongonierma (1976) cuatro taxa; pero como existen los intermedios, todavía es tratada como una especie variable (Brenan 1983). Teniendo en cuenta que dio poca orientación la variación morfológica, la selección de procedencias dependió del muestreo de variación ecológica con anterioridad a la divergencia genética correspondiente, especialmente cuando existe una distribución discontinua. El primer paso consistió en cartografiar la distribución natural de la especie a partir de los especímenes de herbario utilizando la base de datos de especímenes de Brahms desarrollada por Filer (véase el Mapa. 1), seguido de una comprobación de sus datos fenológicos para programar las misiones de recolección. La *F. albida* tiene una distribución más continua a través de la faja sudano-saheliana de Africa occidental que en las extensiones meridionales y se cree posible que fuera difundida a través de esta faja por los animales y el hombre en épocas históricas, a lo largo de las rutas nómadas del Africa subsahariana. En realidad, en Africa occidental las grandes manchas verdes de esta especie están casi siempre asociadas con los emplazamientos de antiguos poblados o asentamientos humanos (Hervouet 1992). En Africa occidental la especie se da en arenas profundas o terrenos de aluvión, en las tierras altas de Etiopía, sobre vertisoles pesados, y en Africa oriental y meridional predominantemente a lo largo de zonas de ribera y fondos de valle o alrededor de muchos lagos en terrenos dislocados.

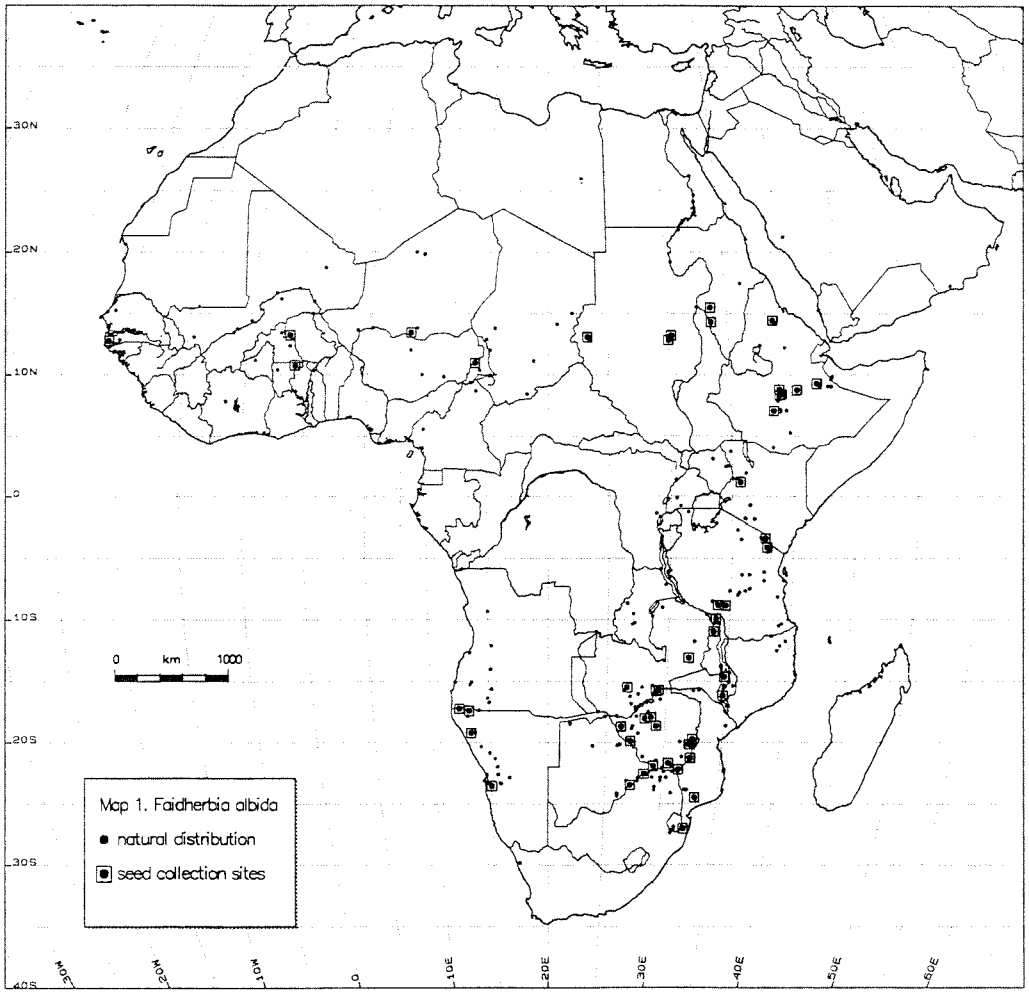
En el plan inicial de muestreo, se dio más peso a la recolección de semilla de poblaciones aisladas de Africa oriental y meridional, debido en parte a que las poblaciones parecen estar más disgregadas. Se muestrearon también poblaciones distantes procedentes de áreas remotas como los sistemas fluviales de Kuiseb y Hoanib en el desierto Namib de Namibia. Dentro de un proyecto de colaboración CEC, se realizaron análisis de isoenzimas tanto en las poblaciones de Africa occidental (Joly *et al.* 1992) como en las de Africa oriental y meridional (Harris *et al* 1997). Los resultados indicaron que existe una gran diversidad genética dentro de la especie a través de su ámbito de distribución y una notable disociación entre las 20 poblaciones de Africa occidental y las dos de Zimbabwe (Joly *et al.* 1992). Se encontraron mayores niveles de diversidad en las poblaciones de Africa occidental. Los resultados preliminares de IFO indican también que las poblaciones de Africa meridional tienen la menor diversidad genética, dándose los mayores niveles en la zona nordeste y en la región de Sudán-Etiopía.

Utilizando la misma metodología que Joly *et al* (1992), se investigaron cinco sistemas con enzimas en un estudio de IFO (Harris *et al.* 1997). El estudio demostró que en todo su ámbito geográfico la diversidad genética de la *Faidherbia albida* es algo inferior al registrado por Joly *et al.* (1992) para las poblaciones de Africa occidental de la misma especie (1992). Parte de la discrepancia puede haberse debido a diferencias en el número de loci clasificados.

El análisis por agrupaciones de las distancias genéticas de Nei ha confirmado la divergencia entre las poblaciones de Africa occidental y las de Africa meridional y oriental de *Faidherbia albida*, en las dos reservas genéticas (Joly 1992). Sin embargo, hay indicios también de una tercera reserva genética que está compuesta por las poblaciones de Etiopía y Sudán (Harris *et al* 1997). La distancia genética es mínima en las poblaciones procedentes de Africa oriental y meridional (excluyendo las poblaciones de Kenia) y máxima en las poblaciones de Africa occidental. La distancia genética de las poblaciones de Etiopía y Sudán es intermedia. Estos resultados se corresponden con las mediciones de la diversidad genética que son máximas en Africa occidental y mínimas en Africa oriental y meridional.

En Etiopía parece existir una importante disociación en la distribución natural de la especie entre el norte y el sur del país, lo que se confirma en el análisis por agrupaciones. Las poblaciones septentrionales de Tigray (Rama) y Gonder que están situadas a lo largo de los ríos Mereb y Tacesse, son más bajas que las de las tierras altas del centro, enlazándose con el sistema de drenaje del río Nilo (Nilo Azul) de Sudán. En Sudán, es conocida la especie en la zona oriental a lo largo de la costa del Mar Rojo penetrando en Eritrea,

el sistema de drenaje del Nilo y en la parte occidental en Darfur (Khor) y Kordofan. Desde Sudán a Senegal se da de forma dispersa en las partes más secas de las zonas de Sudán y el Sahel cuyo clima y topografía son bastante similares a través de Africa occidental (White 1983). La mayor parte de esta región es de poca altitud (menos de 750 metros) sin relieve pronunciado.



En el sur de Etiopía la *F. albida* se encuentra comúnmente a lo largo de los lagos del valle del Gran Rift y sus sistemas de drenaje (Awassa, Koka, Arba Minch) y en las tierras altas orientales (Gelemso y South Harar). También se encuentra sobre vertisoles pesados alrededor de Debre Zeit en las tierras altas centrales cercanas del valle del rift. Es un ecotipo poco corriente ya que en la mayor parte de su ámbito natural se da sobre depósitos aluviales arenosos.

Las poblaciones de Kenia están débilmente vinculadas con la agrupación de Africa oriental y del sur, estando más próximas al subgrupo de Etiopía y Sudán. Morfológica y geográficamente son más estrechamente afines al material del sur de Etiopía, estando también asociadas con los sistemas de drenaje del valle del Gran Rift.

Todas las demás poblaciones analizadas procedentes de poblaciones orientales y meridionales, (excluyendo las de Kenia) se dan desde las tierras altas meridionales de Tanzania, en el centro regional del endemismo de Zambeze (White 1983). La línea divisoria entre el centro regional del endemismo de Zambeze y el de Masai Somali está en la base de las tierras altas meridionales. También es interesante que los datos procedentes de la variación foliar de peroxidasa de la *F. albida* y la *Acacia tortilis* muestra una divergencia

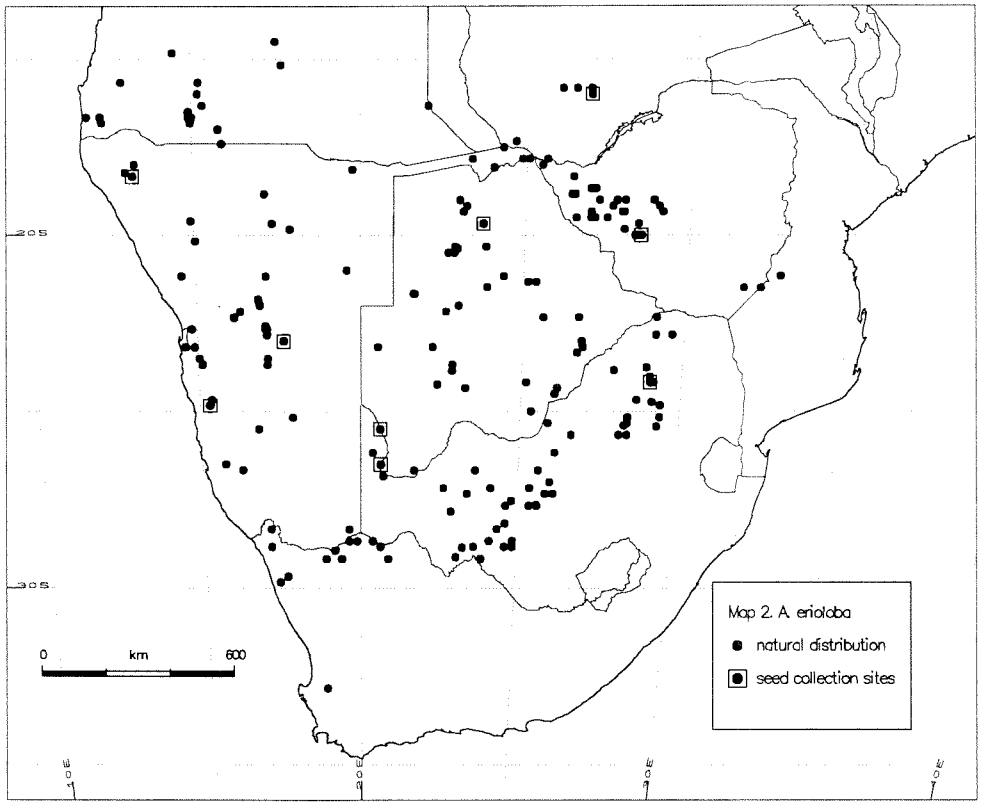
similar en Tanzania, entre las poblaciones de Africa oriental y meridional y las poblaciones de Africa septentrional y occidental (Brain *et al.* 1997).

Estos estudios estaban necesitados de una revisión del plan de muestreo para conseguir una representación adecuada de la región de Sudán y Etiopía que parece ser un área fundamental de diversidad de la especie que vincula las poblaciones de Africa occidental con las del este y el sur.

En el Mapa 1 se presenta la distribución natural de la *Faidherbia albida* y las localizaciones de las procedencias muestreadas.

Acacia erioloba

La *Acacia erioloba* se limita casi exclusivamente a los restos de la capa arenosa del Kalahari que cubrió una gran parte de Africa meridional en una época más seca. Aunque es una especie típica de la componente arbórea de las zonas áridas remanentes del sur de Africa, todavía florece en las dunas arenosas estabilizadas de las zonas de mayor precipitación como componente de los bordes de los bosques de *Baikiaea plurijuga*.



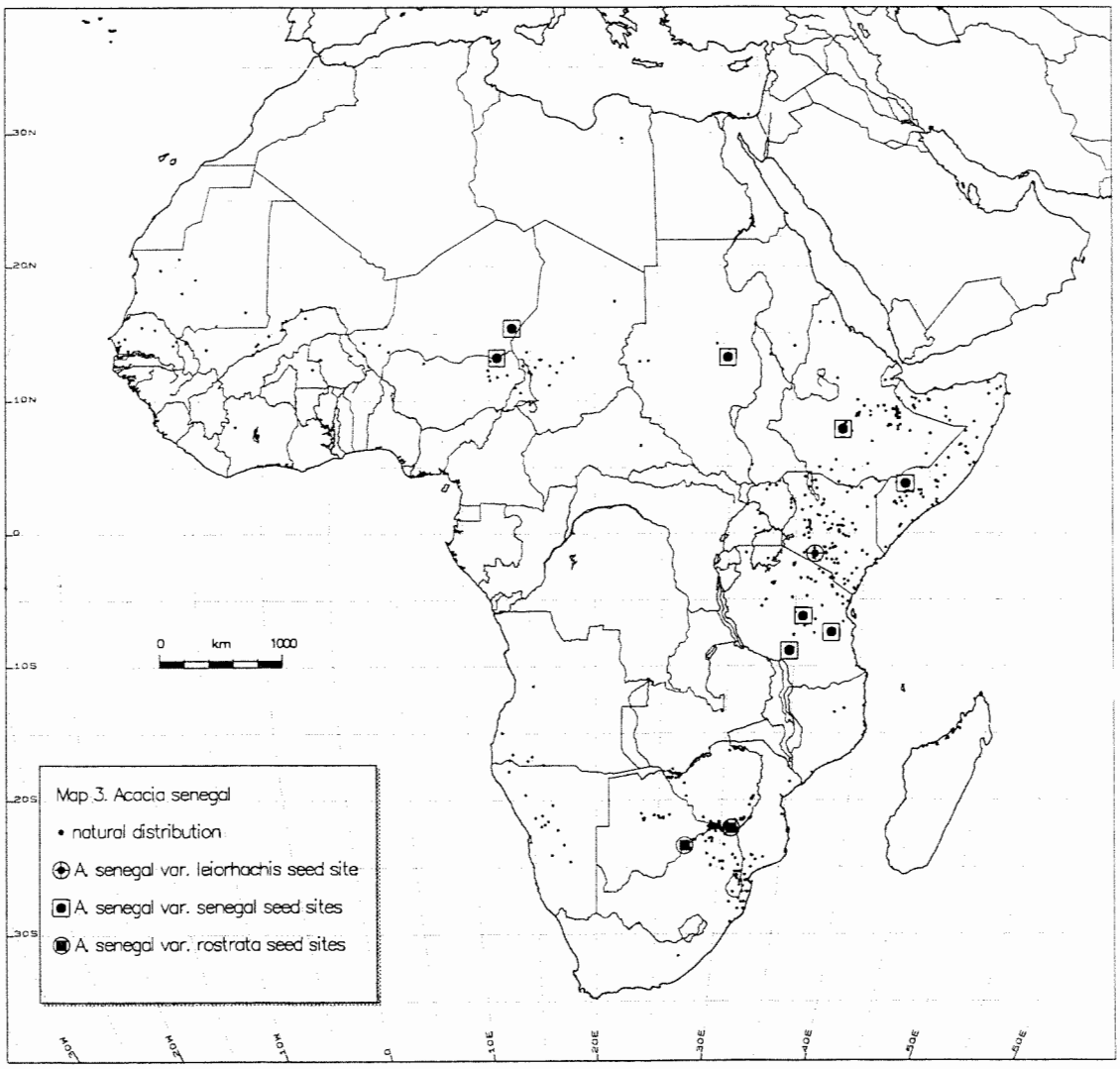
En la mayoría de las zonas áridas donde está presente en el desierto Namib de Namibia, la precipitación media anual puede ser < 50 mm. mientras que en las zonas periféricas arenosas de Kalahari de Zambia, las precipitaciones pueden llegar hasta 900 mm. Cuando las precipitaciones son inferiores a 250 mm., la presencia de *A. erioloba* parece indicar la existencia de agua subterránea. La *Acacia erioloba* tolera las temperaturas extremas de las regiones desérticas y son más bien las condiciones del suelo que las heladas las que limitan su distribución. A pesar de su extenso ámbito geográfico, hay pocas pruebas de variación de adaptación o morfológicas a través de su distribución (Barnes *et al.* 1997). En consecuencia, se seleccionaron las procedencias para obtener un buen recubrimiento de la distribución natural y también para

incluir material procedente de condiciones climáticas extremadas y de presencias aisladas. La mejora genética es más probable que proceda de una variación muy considerable de rasgos importantes como el tamaño de la vaina y el valor nutritivo, que se encuentra más dentro de las poblaciones que entre ellas.

En el Mapa 2 se muestra la distribución natural de la *Acacia erioloba* y las localizaciones de las procedencias muestreadas.

Acacia senegal

El mayor interés de la *A. senegal* reside en la producción de goma, aunque es bien conocido en algunas regiones su empleo en actividades agrosilvícolas y en silvopascícolas. Las actividades de recolección se concentraron en procedencias de *A. senegal* var. *senegal* con alta producción de goma. Esta variedad es un arbusto o árbol que llega a 6 u 8 m. de altura, y prefiere suelos arenosos como dunas fósiles pero que puede encontrarse también sobre margas, areniscas e incluso suelos arcillosos (litisoles). Aunque es más conocido en suelos arenosos de la faja del Sahel desde Senegal a Sudán, puede encontrarse también hasta 2.000 m. de altura en las tierras altas de Kenia y Etiopía, existiendo también en Arabia y en el subcontinente indio.



Su distribución más meridional es Tanzania y el norte de Mozambique. Los primeros estudios con isoenzimas, realizados por CIRAD-Foret e investigadores de Senegal, indican que las procedencias de Africa occidental muestran poca variación entre procedencias, siendo escaso el número de loci polimórficos. Los trabajos realizados en Senegal por J-M. Leblanc (ORSTROM) han revelado dos tipos morfológicos en las poblaciones de *A. senegal* var. *senegal* en Senegal, uno con corteza gris clara y otro con corteza gris oscura. El de corteza gris oscura parece producir de forma constante más goma arábiga que el otro, según la población local. Generalmente la mejor producción de goma parece corresponder a zonas de baja precipitación anual (300-400 mm.), con un largo período seco y cálido de 8 a 11 meses.

Hay otras tres variedades, *kerensis, leiorhachis* y *rostrata*, pero los recientes estudios realizados en el centro de diversidad de la especie, en Somalia, indican que existen intermedios entre las variedades *kerensis* y *rostrata* y la var. *senegal*. La variedad *rostrata* es un arbusto de tallos múltiples o pequeño árbol del sur de Africa que se encuentra sobre suelos de origen aluvial o ricos en calcio y que están siempre bien drenados. La variedad *leiorhachis* es un árbol muy extendido característico del sur de Africa que cuenta con poblaciones aisladas y dispersas por Africa oriental hasta Africa septentrional. Difiere esta variedad de otros taxa en que se da normalmente en terrenos rocosos someros con frecuencia sobre ladera de montaña. Ninguno de estos taxa parecen producir mucha goma en su ámbito natural, por lo que se muestrearon sólo algunas poblaciones a fin de ayudar a clarificar el complejo taxonómico.

En el Mapa 3 se presenta la distribución natural de la *Acacia senegal* y las localizaciones de las procedencias muestreadas.

Acacia tortilis

El objetivo consistió en muestrear las cuatro subespecies y sus variedades de Africa basándose en la extensión de su distribución natural y el grado de disgregación de las poblaciones. En Africa las subespecies *raddiana* y *tortilis* existen en el norte del continente, la subespecie *heteracantha* en el sur y la subespecie *spirocarpa* se extiende desde el nordeste al sur.

La subespecie *raddiana* es una árbol de tamaño medio con una copa redondeada cuya distribución bordea el Sahara desde Senegal a Sudán, desde donde se extiende a través de Egipto a Israel, Jordania y Arabia Saudí, con una distribución discontinua a lo largo de la costa de Somalia y Kenia. Se ha registrado desde los -390 m. hasta los 700 m. sobre el nivel del mar, siendo muy resistente a la sequía siempre que sus raíces puedan utilizar agua subterránea profunda. Arbol típico del Sahel, florece en suelos alcalinos profundos, limos arenosos y dunas fósiles, pero es dispersado por la ganadería y puede colonizar una extensa variedad de suelos incluyendo graveras lateríticas. Las poblaciones costeras del norte de Kenia y Somalia se desarrollan bien sobre dunas arenosas cerca del mar y en la misma costa.

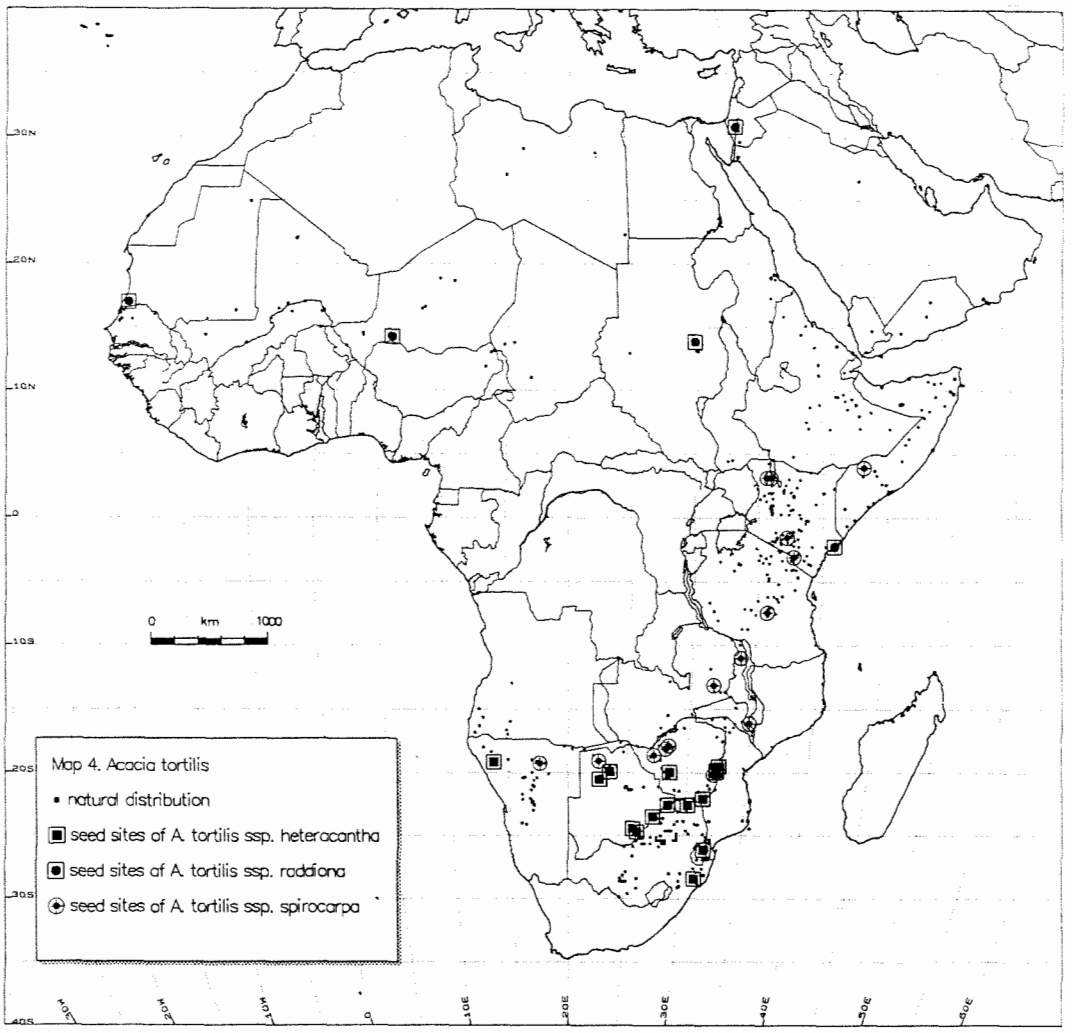
La subespecie *tortilis* es un arbusto con múltiples tallos que se da desde Sudán hacia el norte hasta Israel, Arabia e Irán, muy resistente a la sequía, extendiéndose de -390 a 500 m. sobre el nivel del mar. En Israel es menos tolerante a las bajas temperaturas invernales que la *spp. raddiana* (Halevy & Orshan 1972), pero por otra parte parece darse en suelos similares en todo su ámbito. Desde el punto de vista logístico, no fue posible recoger este taxón, aunque se obtuvo un poco de semilla de Negev (Israel) para estudios de laboratorio.

La subespecie *heteracantha* es un árbol entre mediano y alto restringido al sur de Africa, desde Sudáfrica hasta Zimbabwe y el sur de Angola. Es común en las arenas y suelos aluviales de Kalahari y con frecuencia se observa como coloniza hábitats deteriorados como terrenos agrícolas abandonados. Puede ser localmente dominante en terrenos arbolados de hoja caduca, sabanas secas espinosas, montes bajos de valle y sabanas arbustivas, siendo más resistente a la helada que la ssp. *spirocarpa* que llega también al sur de Africa.

La subespecie *spirocarpa* es la que se da probablemente en una serie más amplia de hábitats que los otros taxa, siendo la taxa dominante en Africa oriental, desde Somalia a Namibia. Por ejemplo, en Kenia puede encontrarse sobre dunas arenosas cerca del lago Turkana, sobre suelos aluviales de valle cerca del lago de Magadi, (con bicarbonato sódico) en terrenos salinos de la reserva de caza de Samburu, hasta escarpes rocosos de más de 2.000 m. en las tierras altas de Kenia. Hay también una variedad melenuda (var. *crinita*) que puede desarrollar grandes vainas y se utiliza en sistemas de pastoreo agrícola de la zona de Makueni.

Se realizaron estudios para investigar la posible existencia de híbridos allí donde se solapan los ámbitos de los distintos taxa. Un ejemplo es el de las poblaciones simpráticas de las ssp. *spirocarpa* y *heteracantha* en los valles Save-Odzi de Zimbabwe, importante sistema fluvial situado entre el Zambeze y el Limpopo, en la parte oriental de Zimbabwe. Estas masas parecen mantener sus identidades específicas mediante diferentes fenologías de floración aunque están mezcladas.

En el Mapa 4 se presenta la distribución natural de la *Acacia tortilis* y las localizaciones de las procedencias muestreadas.



Acacia nilotica

La *Acacia nilotica* es generalmente aceptada como una sola especie, extraordinariamente variable, dividida en nueve subespecies, tres del subcontinente indio y seis de Africa (Brenan 1983.) Al contrario que el diploide *Faidherbia albida,* los taxa de *A. nilotica* forman un complejo poliploide. Se ha cultivado también en otros lugares, incluyendo las Indias Occidentales, Australia, Islas de Cabo Verde, Irak, Indonesia, Vietnam, Nepal e Irán.

Las subespecies se distinguen por la forma y tamaño de las vainas y el grado de pubescencia de éstas, el grado de pubescencia de las ramillas, la constitución física del árbol y la forma de la copa. El modelo de variación no está muy claro en ciertas regiones; algunas de las subespecies africanas se dan posiblemente en Asia (subsp. *subalata* & subsp. *adstringens*) (Brenan 1983) y la subsp. *kraussiana* parece tener una distribución discontinua tanto en el sur de Africa como en Etiopía y Arabia (Hunde & Thulin 1989, Miller & Morris 1988). Ali & Qaiser (1980) sugieren que las subespecies africanas pueden haber aparecido en Asia a través de la hibridación de la subsp. *indica* y la subsp. *hemispherica*. El problema es que los especímenes sin vainas no son fácilmente atribuibles a una subespecie. Aparte de su porte físico, similar al álamo, la subsp. *cupressiformis* varía poco de la subsp. *indica* y la semilla de los árboles de la subsp. *cupressiformis* produce una proporción de 3 a 1 de brinzales de *cupressiformis* y de *indica*.

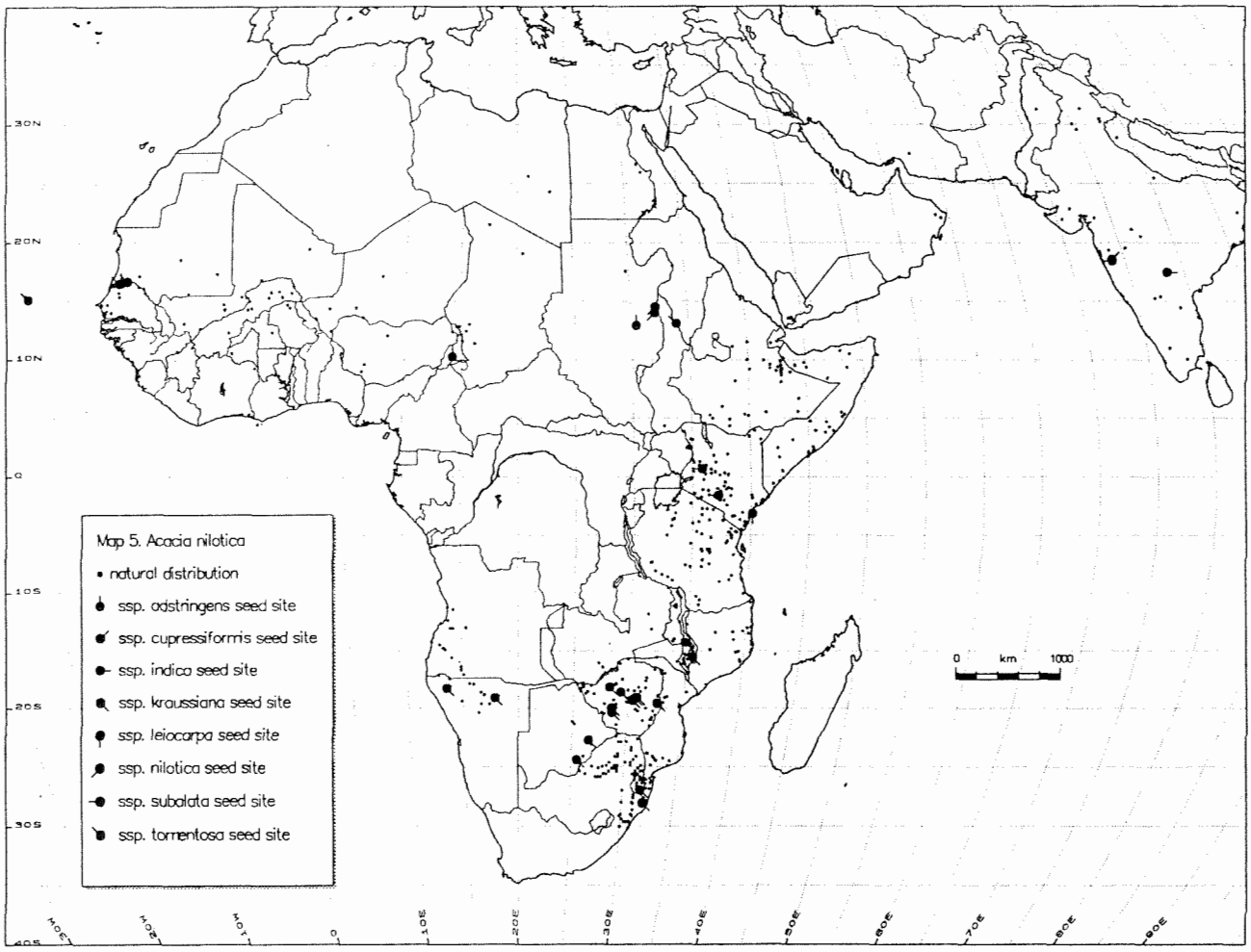
Parece haber dos preferencias ecológicas muy distintas en las subespecies africanas. Las subespecies *subalata*, *leiocarpa* & *adstringens* se dan en pastizales arbolados, en sabana y monte bajo seco y fuera de los hábitats ribereños, en suelos pesados secos; la subsp. *nilotica* y la subsp. *tomentosa* están muy limitadas a los hábitats ribereños y zonas estacionalmente inundadas y la subsp. *kraussiana* prefiere principalmente pastizales secos y valles fluviales libres de inundación. Tanto en condiciones secas como inundadas, la alta fertilidad del suelo es una característica de las estaciones que habita. La especie puede soportar condiciones extremas de temperaturas pero los árboles tienen tendencia a helarse, particularmente cuando son jóvenes. Puede darse en estaciones salinas como el valle de Changana, Mozambique, y se ha plantado corrientemente en suelos afectados por la sal y en estaciones de residuos industriales en el subcontinente indio.

La *Acacia nilotica* es muy variable en porte físico y morfología entre sus nueve subespecies, lo que se refleja en la forma en que varía su uso principal dependiendo de la región. En Africa oriental las subsp. *kraussiana* y *subalata* son árboles de pequeño a mediano tamaño que proporcionan importantes fuentes de forraje en regiones de sabana mientras que las subsp. *nilotica* y *tomentosa* pueden tener porte alto a lo largo de las cuencas fluviales, proporcionando madera excelente y carbón vegetal a base de una rotación de 20 a 30 años, en Sudán y Senegal. En la India, la *A. nilotica* subsp. *indica* es de naturaleza ribereña, formando bosques secos en bajas altitudes (como en Sind), pero se ha llegado a plantar extensamente como árbol agrícola en las llanuras de todo el subcontinente. Es apropiada para plantarla en estaciones salinas y marginales habiéndose difundido la semilla desde las llanuras para rehabilitar barrancos.

La estrategia consistió en muestrear todas las subespecies, particularmente los dos ecotipos, que es probable que se comporten de forma muy diferente. Plantando todos los taxa en ensayos de procedencia será posible probablemente ayudar a resolver los modelos de variación y el complejo taxonómico.

Los análisis con isoenzimas sugieren que aunque pueden ser útiles los estudios moleculares, son en realidad un suplemento y no un sustituto de la geografía y la ecología en el diseño de una estrategia de muestreo para cubrir la variación genética que es probable se encuentre en toda la distribución natural de una especie. Su asociación con características útiles es todavía débil aunque hay crecientes pruebas de que el polimorfismo en los loci insoenzimáticos puede indicar variación de adaptabilidad y morfología general.

En el Mapa 5 se muestra la distribución natural de la *Acacia nilotica* y las localizaciones de las procedencias muestreadas.



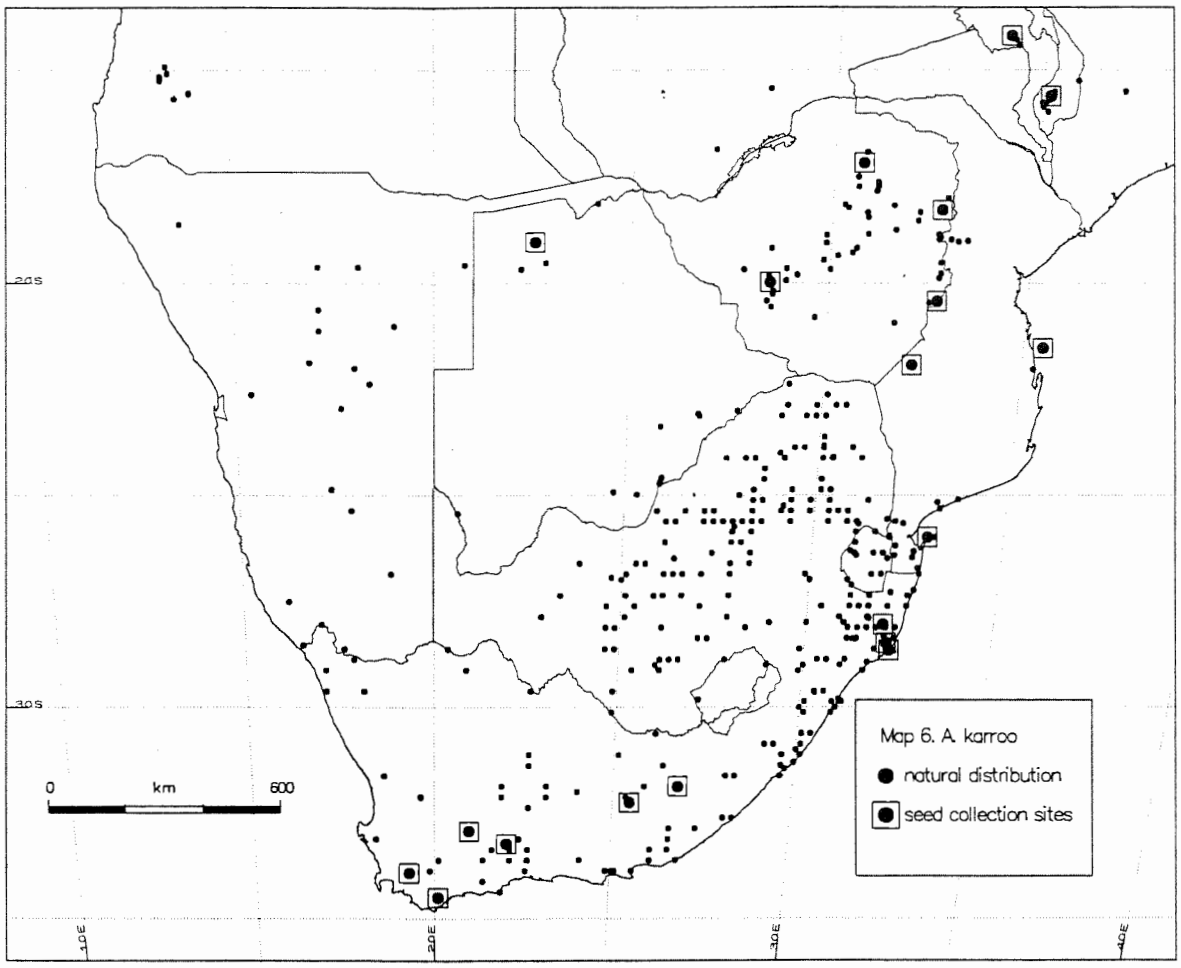
Acacia karroo

Lo que se expone a continuación es un extracto de Barnes *et al.* (1996). "Geográficamente la *Acacia karroo* es el árbol más extendido en el sur de Africa. Dentro de la región existen, sin embargo, poblaciones aisladas que cabría esperar que hayan tenido la oportunidad de divergir genéticamente. Entre ellas, las más notables son las poblaciones situadas fuera de la costa de Mozambique, particularmente las de las islas del archipiélago de Bazaruto que son las más distantes del continente. También están aisladas las poblaciones de las islas del Delta de Okavango en Botswana. En mayor escala, las poblaciones del norte de Namibia, sur de Angola, Zambia, Zimbabwe y Malawi están todas separadas de la población principal de Sudáfrica y entre sí por zonas áridas asociadas principalmente con valles profundos, secos y cálidos de los principales ríos."

La *Acacia karroo* se da naturalmente en una extraordinaria variedad de climas con distribución de precipitaciones que varía desde un máximo de verano, pasando por las de distribución uniforme, hasta un máximo de invierno. En cada una de estas zonas la precipitación media anual puede variar desde 200 a 1.500 mm. Las temperaturas medias anuales son también variables desde un máximo de 24°C en Bazaruto hasta un mínimo de 12°C en Karoo; en la costa de Zululandia la temperatura máxima diaria puede alcanzar los 40°C y la humedad relativa rara vez desciende del 50%. La especie sobrevive a todas excepto a las heladas más severas de Africa meridional (*c.* -12°C en Matabeleland, Zimbabwe) que es uno de los factores que explican su ubicuidad en la región. También tolera el viento y la sal del mar en la costa.

Fue necesaria una estrategia de muestreo para elegir las procedencias de *Acacia karroo* a través de su extraordinariamente extensa variedad de hábitats. Se utilizó una combinación de factores geográficos, climáticos, edáficos, ecológicos y morfológicos para seleccionar las procedencias junto con pruebas de estudios bioquímicos sobre las perioxidasas foliares que proporcionaron la única información clara sobre la variación genotípica en comparación con la fenotípica (Barnes *et al.*, 1996). Basándose en estos datos, se diseñó una estrategia de muestreo que tuviera una alta probabilidad de conseguir que la mayor parte de la diversidad genética de la *A. karroo* estuviera contenida en los ensayos de procedencias. Como los estudios bioquímicos demostraron que la mayoría de la variación tenía lugar dentro de las poblaciones (80%) y no entre ellas (20%), se consideró apropiado muestrear un gran número de árboles por población y limitar el número de poblaciones a muestrear. Todos los alelos de peroxidasa y la mayoría de los genotipos podrían obtenerse mediante el muestreo de muy pocas poblaciones; pero si el muestreo se hubiera limitado a las zonas costeras, donde se fija la banda M del locus de peroxidasa foliar, se habría podido perder por completo el 80% de la variación genética relativa a este rasgo.

En el Mapa 6 se muestra la distribución natural de la *Acacia karroo* y las localizaciones de las procedencias muestreadas.



Distribución de la semilla

Las semillas de estas cinco especies de *Acacia* y de la *Faidherbia albida*, enumeradas en los cuadros de este documento, están disponibles para distribución tanto para ensayos de campo como para estudios de laboratorio a través de la red de ensayos de acacias africanas que dirige el Instituto Forestal de Oxford. Se han realizado ya en un centro principal de ensayos de Matabeleland, Zimbabwe, los ensayos de selección de una serie completa de procedencias de las seis especies y los ensayos principales de *A. karroo* y *F. albida*. Los ensayos principales de las otras cuatro especies se habrán plantado en Zimbabwe para 1999. Se programan tres centros más de ensayos principales en Africa, uno en Kenia, uno en Mali y otro en Sudáfrica. Al propio tiempo, hay semilla disponible para los investigadores que lo soliciten para el establecimiento de ensayos de cualquier naturaleza y dimensión que se necesiten. La correspondencia se debe enviar a The Trials Manager, African Acacias Trials Network, Oxford Forestry Institute, South Parks Road, Oxford, OX1 3RB, United Kingdom (tel. 44 1865 275000; fax 44 1865 275074).

REFERENCIAS

Ali, S.I. & Qaiser, M. (1980) Hybridisation in the *Acacia nilotica* complex. Botanical Journal of the Linnean Society (1980) 80 (1) 69-77.

Armitage, F.B.; Joustra P.A.; Ben Salem B. (1980) Genetic Resources of Tree species in arid and semi-arid areas. FAO/IBPGR, Rome, Italy.

Barnes, R.D., Filer, D.L. and Milton S.J. (1996) *Acacia karroo*; Monograph and annotated bibliography. Tropical Forestry Papers, Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, Univ. of Oxford. No. 32. 77 pp.

Barnes, R.D., Fagg, C.W. and Milton S.J. (1997) *Acacia erioloba*; Monograph and annotated bibliography. Tropical Forestry Papers, Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, Univ. of Oxford. No. 35. 76 pp.

Brain, P., Harris, S.A., Fagg, C.W., and Barnes, R.D. (in prep. 1997). Leaf peroxidase variation in *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne sensu lato and *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev.; two African legumes. 8 pp.

Brenan, J.P.M. (1959) Leguminosae subfamily Mimosoideae. In: C.E.Hubbard & E. Milne-Redhead editors ; Flora of Tropical East Africa. London: Crown Agents. 173 pp.

Brenan, J.P.M. (1983) Manual on taxonomy of *Acacia* species: present taxonomy of four species of *Acacia (A. albida, A. senegal, A. nilotica, A. tortilis)*. FAO, Rome, Italy. 47 pp.

Halevy G. & Orshan G. (1973) Ecological studies on *Acacia* species in the Negev and Sinai II Phenology of *Acacia raddiana, A. tortilis* and *A. gerrardii* ssp. *negevensis*. Israel Journal of Botany (1972) 21 (4) 197-208.

Harris, S.A., Fagg, C.W., and Barnes, R.D. (in press 1997). Isozyme variation in *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Leguminosae; Mimosoideae). Plant Systematics and Evolution. 15 pp.

Hervouet, J.P. (1992) *Faidherbia albida*: a witness of agrarian transformation In: Vandenbeldt, R.J. (Editor) *Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics: proceedings of a workshop 22-26 April 1991, Niamey, Niger. ICRISAT, Patancheru, A.P. 502 324, India & ICRAF ISBN 92-9066-220-4 (1992) 165-169.

Hunde, A. & Thulin, M. (1989) *Fabaceae: Acacia* In Hedberg I. & Edwards S., editors. Flora of Ethiopia Volume 3. 75-93.

Joly, H.I.; Zeh-Nlo M.; Danthu, P.; Aygalent C. (1992) Population Genetics of an African *Acacia*, *Acacia albida*. 1. Genetic Diversity of Populations from West Africa. Australian Journal of Botany 40 59-73.

Miller & Morris (1988). Plants of Dhofar. The southern region of Oman. Traditional, economic and medicinal uses. Oman; The Office of the Adviser for Conservation of the Environment, Diwan of Royal Court. 178.

Nongonierma, A. (1976) Contribution a l'etude du genre Acacia en Afrique occidentale. II. caracters des inflorescences et des fleurs. Bulletin de l'Institute Francaise d'Afrique Noire. Serie A. 38: 487-657.

Palmberg, C. (1981) A vital fuelwood gene pool is in danger. Unasylva 33 (133): 22-30.
White, F. (1983) The Vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the UNESCO/ AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. Unesco, Paris, France. 356 pp.

DIRECTORIO DE SUMINISTRADORES DE SEMILLAS DE ARBOLES

Fuentes de Semillas y Microsimbiontes

Este directorio ha sido preparado por el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) en colaboración técnica con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Centro de Semillas Forestales Danida, y la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) con financiación de Departamento Británico para el Desarrollo Internacional (DFID) y BMZ (Ministerio Alemán de Investigación, Cooperación y Desarrollo).

La información contenida en el Directorio de Suministradores de Semillas de Arboles fue recogida mediante un cuestionario enviado a un gran número de suministradores de semillas de todo el mundo. El Directorio está enfocado a las especies arbóreas de importancia en las zonas tropicales pero se ha incluido también información sobre suministradores de semillas de especies procedentes de otras regiones.

El directorio está disponible en forma de libro, en CD-ROM y pronto estará disponible vía Internet (www.cgiar.org/icraf).

Para más información sobre el Directorio de Suministradores de Semillas de Arboles, se ruega establecer contacto con:

ICRAF
PO Box 30677
Nairobi
Kenya
Fax: (254-2) 521001
E-mail: R.Kindt@cgnet.com

PUBLICACIONES RECIENTES DEL PROYECTO FORTIP

El Proyecto Regional PNUD/FAO sobre Mejora de la Productividad de los Bosques de Plantación mediante la Aplicación de los Avances Tecnológicos en materia de Mejora Genética y Propagación de Arboles (RAS/91/004), con base en Los Baños, Filipinas, ha publicado o colaborado en las siguientes publicaciones:

(Clonal Multiplication of Eucalypts) (Multiplicación Clonal de los Eucaliptos). Documento de Campo No 1. Por K. Vivekanandan, K. Gurumurthi y R.S.C. Jayaraj. (en colaboración con el Instituto de Genética Forestal y Mejora de Arboles, Coimbatore, India). 1997. Este documento destaca la estrategia clonal, las instalaciones y equipos necesarios, los problemas de plagas y enfermedades, la selección de árboles y los ensayos clonales, junto con la necesidad de un plan de mejora genética a largo plazo. Se pueden obtener copias del Director, Institute of Forest Genetics and Tree Breeding, Coimbatore, 641 002, India, fax: +91 422 430549, correo-e : <ifgtb.mis@x400.nicgw.nic.in>.

Domestication and Breeding of Teak (Domesticación y Mejora Genética de la Teca (*Tectona grandis* Linn. f)). Por Apichart Kaosa-ard. Diciembre de 1996. El documento incluye los aspectos técnicos referentes a la descripción, distribución, biología, reproducción y mejora genética de los árboles de esta importante especie, haciendo hincapié en las posibles estrategias de mejora genética.

Rattan Genetic Reources in the Philippines (Los Recursos Genéticos de Ratán en las Filipinas). Documento Técnico N° 3. Por Aida Lapis. Octubre de 1995. El informe presenta no sólo información básica sobre el estado de los recursos genéticos del ratán sino también sobre los métodos actuales de producción de material de plantacion y las propuestas para un programa de cinco años sobre conservación y mejora genética.

National Tree Breeeding Programme for Bangladesh (Programa Nacional de Mejora Genética de Arboles de Bangladesh). Documento Técnico N° 4. Por M. Kamaluddin. Marzo de 1997. Este documento elabora un programa nacional de mejora genética de árboles e identifica cinco especies prioritarias: *Dipterocarpus turbinatus, Syzygium grande, Albizzia procera, Dalbergia sissoo* y *Acacia auriculiformis*.

Conservation and Improvement of Bamboo Genetic Resources in the Philippines (Conservación y Mejora de los Recursos Genéticos de Bambú en Filipinas). Documento Técnico N° 14. Por Cristina A. Roxas. Marzo de 1997. El informe expone cómo se iniciaron los bosquetes de bambú y las plantaciones piloto para fines de conservación, y desarrolla las técnicas de propagación y plantación.

Forest Tree Improvement in India (Mejora de Arboles Forestales en la India). Documento de Trabajo N° 10. Por K. Gurumuthi. Marzo de 1997. El documento examina los actuales programas de mejora genética de árboles y detalla las actividades en marcha para la producción y propagación de germoplasma.

Breeding of *Hevea brasiliensis* for Wood Production (Mejora Genética de la *Hevea brasiliensis* para la Producción de Madera). Documento de Trabajo N° 11. Por Darus Hj Ahmad y Ab. Rasip Ab. Ghani. Marzo de 1997. Examen de las estrategias de mejora genética, variedades propagadas y utilización de la madera del árbol del caucho.

Review of Provenance Research in *Eucalyptus* and *Acacia* species in the Dry Zone of Sri Lanka (Revisión de la Investigación de Procedencias de Especies de *Eucalyptus* y *Acacia* en la Zona Seca de Sri Lanka). Documento de Campo N° 30. Por H.M. Bandaratillake. Marzo de 1997. Se presentan los primeros resultados de los ensayos y se proponen trabajos de investigación sobre algunas especies.

Domestication and Breeding Programme for *Eucalyptus* in the Asia-Pacific Region (Programa de Domesticación y Mejora Genética de *Eucalyptus* en la Región Asia-Pacífico). Documento de Campo N° 25. Por John Davidson. Junio de 1996. El documento describe los fundamentos, objetivos, producciones esperadas, beneficios, beneficiarios y una estrategia de aplicación para los diez países que participan en el proyecto FORTIP. Se trata de un estudio de gabinete, sin el apoyo de visitas de campo, pero es un documento de referencia para los criadores y mejoradores de eucaliptos de toda la región.

Todas las publicaciones (a excepción de "Clonal multiplication of *Eucalyptus*", Documento de Campo N° 1) se pueden obtener de: Chief Technical Adviser/Project Coordinator, UNDP/FAO Regional Project on Tree Breeding and Propagation (FORTIP), P.O. Box 157, 4031 College, Laguna, Philippines

LA BIOTECNOLOGIA Y LA PRODUCCION SOSTENIBLE DE MADERA TROPICAL

RESUMEN DE UN ESTUDIO DE GABINETE PARA LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE MADERA TROPICAL[1]

preparado por

R.J. Haines[2] y B.E. Martin[3]

En los últimos años se ha prestado una atención considerable al problema de la deforestación, en particular, el que afecta a las zonas tropicales. Los impactos potenciales de la deforestación son la reducción de la diversidad biológica y la disminución del suministro de madera. Una forma de aliviar este último problema es la intensificación del establecimiento de plantaciones en las zonas tropicales. El éxito alcanzado en este sentido es, sin embargo, bastante limitado en comparación con el que se ha obtenido en las regiones subtropicales y templadas. Los mejores resultados se han logrado mediante el uso de especies conocidas de turno corto para la producción de pulpa de madera; el dominio privado; una buena ordenación y prestar atención a los requerimientos selvícolas (incluída la seleccion de especies y procedencias); y un mayor énfasis en investigación y desarrollo, en particular en lo relacionado con el mejoramiento de especies arbóreas. La solución para remediar la falta de éxito de los programas de plantación en las zonas tropicales podría basarse en estas dos líneas:

- El aumento del interés por la silvicultura comunitaria, en particular la agrosilvicultura, lo que podría salvar las limitaciones económicas de la producción industrial de especies de turno largo;

- El avance en el procesamiento que permita la sustitución de madera aserrada por productos de madera reconstituida y, por consiguiente, el uso de especies de turno corto que son más atractivas para el sector privado.

En ambos casos será menester contar con un buen apoyo de investigación y desarrollo, prestando especial atención al mejoramiento genético. Un importante requisito para el mejoramiento de las especies forestales en las zonas tropicales será una aplicación más amplia de las tecnologías existentes en las **especies de plantación ya probadas**. En el caso de otras **especies de uso industrial potencial**, el ensayo de especies, la caracterización de sistemas de apareamiento, la recolección de procedencias, el establecimiento de ensayos, la aplicación de medidas de conservación de genes y la iniciación de otras actividades de mejoramiento de especies, representarán una importante, aunque muy extensa tarea. En cuanto a estas **"nuevas" especies industriales**, posiblemente se preste mayor atención al mejoramiento de especies no industriales, a través de estudios taxonómicos de variación, ensayos de especies y procedencias, evaluación de caracteres de reproducción y actividades de conservación.

---

[1] Adaptado del: Informe Previo del Proyecto OIMT 42/97(F), "La Biotecnología y la Producción Sostenible de la Madera Tropical" R. J. Haines y B.E. Martin, 1995. 168 pp, disponible en inglés, francés y español. La versión final de este estudio se distribuyó por primera vez en la 20ª Reunión del Consejo de OIMT (Consejo Internacional de Madera Tropical) celebrada en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 21 a 29 de mayo de 1997 (*cf.* Nota de Secretaría CRF(XX)/8- PPD 12/93(F)). El Informe completo está disponible en la Organización Internacional de Madera Tropical, 5F International Organizations Centre, Pacifico-Yokohama, 1-1-1 Minato-Mirai, Nishi-ku, Yokohama 220, Japón; Fax: (81)(45) 223.1111 (E-mail: info@itto.or.jp). *Véase* también OIMT Tropical Forest Up-Date Vol. 7 . No.2 (1997), p. 16, para información resumida del Informe.

[2] Queensland Forest Research Institute, Australia

[3] Conseil général du génie rural, des eaux et des forêts, Francia

El informe del que se ha extraído este resumen analiza los efectos potenciales de las nuevas biotecnologías sobre la selvicultura tropical, en particular sobre la mejora de árboles. Se analizan los principios, las aplicaciones más modernas y potenciales y los efectos de estas tecnologías en la selvicultura tropical. Dichas aplicaciones se pueden resumir de la siguiente forma:

Criopreservación y almacenamiento *in vitro*

Si bien el almacenamiento *in vitro* y la criopreservación del material vegetativo son métodos valiosos para el almacenamiento de germoplasma de especies agrícolas amenazadas, que ya se están utilizando para algunas de ellas, el almacenamiento *in vitro* y la criopreservación de material vegetativo no se está utilizando actualmente en las actividades de conservación de genes de árboles forestales y es posible que tengan una aplicación limitada para este fin, y un uso de menor importancia como estrategia de apoyo para las especies que presentan problemas de almacenamiento. Estas tecnologías no ofrecen solución al problema de la erosión genética causada por la deforestación. Se desconoce con exactitud la distribución de muchas especies tropicales, así como sus características biológicas. Aunque las semillas de algunas especies son recalcitrantes, muchas otras son ortodoxas. Los principales obstáculos para la preservación de germoplasma de especies forestales son: 1) el hecho de que los recursos disponibles sólo alcanzan para realizar una parte muy pequeña de las actividades relacionadas con el estudio y la recolección de semillas que se requerirían para poder al menos comenzar a almacenar el germoplasma, y 2) la poca fiabilidad de muchas de las instalaciones existentes para el almacenamiento de semillas. Por otra parte, es poco probable que la sustitución de dichas instalaciones por medios tecnológicos más avanzados surta un efecto positivo en lo relativo a la conservación de genes de especies forestales tropicales. Las principales vías para lograr la conservación genética son la aplicación de buenas medidas de conservación *in situ* y *ex situ* y, en particular, una ordenación planificada de los bosques naturales para la producción maderera. La criopreservación del polen merece una mayor atención como método de conservación de genes a medio y a largo plazo de especies de plantaciones industriales.

La criopreservación merece una atención mucho mayor como medio de mantener el estado juvenil y de captar las ganancias genéticas que ofrece la selvicultura clonal con las especies industriales, pero sólo en el caso de los programas de plantación en los que existe un buen plan de mejoramiento genético y en los que la selvicultura clonal es una meta realista. Esto se aplica, en particular, a algunas coníferas y eucaliptos.

A largo plazo, el uso de procedimientos de transporte de germoplasma *in vitro* será de gran valor para las especies de importancia internacional.

Utilización de marcadores moleculares

Las técnicas para el análisis de isoenzimas, RFLP y RAPD ya están bien establecidas incluso para las especies forestales. Los marcadores moleculares se están utilizando actualmente en la mejora genética y conservación de ciertas especies de cultivos. En el caso de los árboles forestales, los marcadores moleculares tienen aplicaciones inmediatas importantes en la investigación de apoyo para los programas avanzados de mejoramiento genético de especies industriales, principalmente en relación con el control de calidad, por ejemplo, la verificación de la identificación clonal, contaminación en los huertos, y tendencias de apareamiento dentro de los huertos. Aunque no han sido aplicados ampliamente, hasta ahora, el uso de marcadores moleculares con estos fines aumentará rápidamente en los programas de mejora genética de árboles.

Los marcadores tienen también aplicación inmediata en la investigación de apoyo para las maderas duras tropicales y especies no industriales, en particular, para estudios esenciales de sistemas de apareamiento. Los marcadores también serán de utilidad para la cuantificación de la variación genética, si bien se deben utilizar con cautela debido a que la correlación establecida con las modalidades de variación de los caracteres es moderada.

De modo realista, es probable que la aplicación de selección mediante el uso de marcadores sea limitada a corto plazo. Se requerirían marcadores más económicos e incluso cuando se disponga de ellos, la tecnología se aplicaría principalmente en programas de mejoramiento genético modernos y avanzados: aquéllos en que se podría llevar a cabo la creación y mantenimiento de las estructuras poblacionales apropiadas, y cuando se puede lograr la selvicultura clonal. En la mayoría de las especies, sería mejor canalizar los recursos actuales hacia el desarrollo de los programas de mejoramiento genético hasta alcanzar esta etapa avanzada, y no al perfeccionamiento de la selección mediante el uso de marcadores.

La principal aplicación de los marcadores es la investigación estratégica, por la gran contribución que los estudios con marcadores están haciendo en los rápidos avances logrados en el conocimiento de los mecanismos genéticos básicos y la organización del genoma a nivel molecular. Actualmente se están estudiando estos fenómenos con varias especies arbóreas. En cuanto a las especies forestales, esta labor se enfocará en especial durante los próximos años al estudio de características cuantitativas. Los resultados obtenidos recientemente con el pino del incienso (*Pinus taeda*) y el eucalipto (*Eucalyptus* spp) han demostrado que varias características "cuantitativas" son oligogénicas. Posiblemente esto lleve a la aplicación de métodos más eficaces de la mejora genética. Las actividades encaminadas a dilucidar estos fenómenos genéticos serán más eficaces si se concentran en unas pocas especies modelo, p. ej. el pino del incienso.

Selección *in vitro*

Muchas publicaciones recientes relacionadas con plantas de cultivo han dado a conocer correlaciones útiles entre las reacciones *in vitro* y la expresión de características de campo deseables, particularmente la resistencia a las enfermedades, aunque también se indican resultados positivos en lo relacionado con la tolerancia a herbicidas, metales, sal y temperaturas bajas. Pese a algunos resultados prometedores de la investigación, no se han demostrado aplicaciones prácticas importantes.

No obstante, en lo que se refiere a los criterios de selección de mayor importancia general para las especies forestales, en particular, el vigor, la forma del tronco, y la calidad de la madera, una correlación deficiente con la reacción obtenida en el campo limitará la utilidad de la selección *in vitro*. Por consiguiente, la selección *in vitro* probablemente tendrá una aplicación muy limitada en las especies forestales; posiblemente sea de interés para algunos programas en los que exista un problema de selección de resistencia a las enfermedades, pero no tendrá un valor estratégico amplio como objetivo de investigación.

Ingeniería genética

La ingeniería genética está contribuyendo ya a la agricultura comercial y sus aplicaciones prácticas están aumentando rápidamente. Aún no se han establecido plantaciones comerciales de árboles mejorados genéticamente, pero los ensayos experimentales están avanzando rápidamente y es probable que en los próximos años se registren muchos casos de transformación de especies forestales con genes marcadores y genes simples como *Bt* (que otorgan resistencia contra los insectos) y resistencia al glifosato (herbicida).

Aunque se están perfeccionando las técnicas, la falta de técnicas de transformación eficaces continúa siendo un obstáculo importante. Para algunas especies arbóreas la regeneración resulta difícil, aunque es posible que el problema haya sido sobrestimado; la falta de competencia de material maduro no es necesariamente un obstáculo para la aplicación eficaz de la ingeniería genética, siempre que el material juvenil responda satisfactoriamente.

Entre los caracteres para los que se puede contemplar la aplicación de la ingeniería genética en forma más realista y en un futuro próximo se incluye la resistencia contra los virus, la resistencia contra los insectos y la tolerancia a los herbicidas. Aun así, la inserción de uno de estos genes en una nueva especie representaría una tarea considerable, y más aún la inserción de un número suficiente de genes a fin de conferir resistencia a largo plazo contra los insectos en una especie perenne. La resistencia contra virus e

insectos, en particular, es de gran importancia para las plantas de cultivo. Por el contrario, estos caracteres no figuran entre los más importantes en la mayoría de las especies forestales. La reducción de lignina es un valioso objetivo en las especies utilizadas para la producción de pasta de madera existiendo buenas perspectivas, en este contexto. La tolerancia al frío es un carácter de interés considerable, particularmente en el caso de algunas especies de eucaliptos. No obstante, queda mucho por hacer para poder afirmar que se puede conferir suficiente tolerancia mediante proteínas anticongelantes, y para extender esta labor a especies arbóreas. Es posible que adquiera importancia la prevención del escape de genes a poblaciones silvestres. Por otra parte, las actividades de ingeniería genética relativas a las especies forestales deberán enfocar desde el comienzo el problema de la esterilidad. El principal factor que limita la aplicación de la ingeniería genética a las especies arbóreas es el nivel de conocimientos que existe sobre el control molecular de los caracteres de mayor interés, como los relacionados con el crecimiento, la adaptación y la calidad del tronco y la madera. La ingeniería genética de estos caracteres continúa siendo una perspectiva lejana. Un componente de investigación que a menudo se pasa por alto es el gran número de pruebas que se requeriría antes de poder hacer recomendaciones responsables para la utilización en gran escala de plantas transgénicas.

Es importante que los genotipos obtenidos mediante ingeniería genética sean de alta calidad también con respecto a otros caracteres. El ensayo clonal es la base más lógica para la integración de la ingeniería genética en los programas tradicionales de mejoramiento de árboles. Por estas razones, la ingeniería genética se puede llevar a cabo más adecuadamente en las especies utilizadas en los programas de mejoramiento genético ya avanzados y en los que, siendo realistas, se puede contemplar la selvicultura clonal.

La ingeniería genética representa, en el caso de muchas plantas de cultivo, la mejor perspectiva para enfocar las prioridades de los programas de mejoramiento genético, es decir lograr resistencia contra virus e insectos. Esto se aplica también a algunos cultivos de los países en desarrollo, como la mandioca. Por el contrario, la ingeniería genética no puede prometer mucho en lo que respecta a las principales prioridades de los programas de mejora genética para especies arbóreas no industriales de los países en desarrollo.

Variación somática

Se han registrado en muchas especies variaciones producidas durante el cultivo de células o de tejido leñoso cicatrizal. En el caso de algunos cultivos, se han producido variantes de caracteres económicamente útiles, por ejemplo, resistencia a enfermedades y al aumento del nivel de sal. Ya se ha producido para uso comercial un pequeño número de variantes obtenidas de esta forma (sólo especies de cultivo). Aún no se ha llegado a comprender claramente este fenómeno, habiéndose demostrado que las modificaciones persisten a través de generaciones sexuales sucesivas, en algunos casos pero no en otros. Este no es un campo de investigación en el que se puedan prever resultados favorables con cierto grado de confianza; por lo que, la aplicación de este método depende de que se logre la regeneración a partir de células o de tejido leñoso cicatrizal. La investigación de otras especies tendrá una base más firme una vez que se comprendan mejor los fenómenos en las especies modelo que ya se están estudiando.

Suponiendo que exista una estabilidad en los caracteres, el método tiene mayor utilidad cuando se puede realizar la selección a nivel celular (p. ej., por contacto con una fitotoxina o con altos niveles de minerales), permitiendo de esta forma examinar un gran número de genotipos, y cuando el nivel del carácter buscado queda fuera de los límites naturales de la especie. La tolerancia al frío en los eucaliptos es un ejemplo que podría satisfacer estos criterios. No está clara la aplicación inmediata a las especies de maderas duras tropicales utilizadas en nuevas plantaciones forestales ni a las especies no industriales, para las cuales la variación genética natural no está generalmente definida todavía en forma adecuada.

Fusión de protoplastos

A través de un largo período de investigación, se han alcanzado varios éxitos en la producción de híbridos artificiales mediante la fusión de protoplastos, particularmente con especies de *Brassicaceae* y *Solanaceae*. No obstante, las relaciones taxonómicas de los progenitores y los requerimientos de regeneración de los protoplastos imponen severas limitaciones. Cabe esperar que no haya muchas perspectivas de éxito con dos nuevas especies. Ni siquiera en los programas de mejoramiento de cultivos se ha aplicado hasta ahora comercialmente la fusión de protoplastos.

Este es un campo que parece tener poca aplicación para las especies forestales, particularmente aquéllas (p.ej., algunas maderas duras tropicales y no industriales) para las que sigue siendo mínima la investigación de las posibilidades de lograr una hibridización mediante métodos tradicionales. A largo plazo, los objetivos de la fusión de protoplastos podrían cumplirse mejor mediante manipulaciones a nivel de ADN.

Cultivos haploides

Aunque el cultivo de anteras se ha utilizado para la producción rápida de líneas homozigóticas en la reproducción de algunos cereales y plantas de cultivo autopolinizantes, se han registrado pocos casos de regeneración de árboles forestales a partir de cultivos de gametofitos. En cualquier caso, la inducción de plantas haploides no tiene aplicación inmediata en los programas de mejoramiento de especies forestales. Tales plantas podrían ser de cierta utilidad en estudios genéticos básicos, por ejemplo, en los estudios de la heterosis de las especies forestales. Como objetivo estratégico de investigación a largo plazo para las especies industriales, la inducción de plantas haploides deberá tener baja prioridad hasta que se cuente con métodos para la selección temprana y la promoción de una floración precoz.

Recuperación de embriones *in vitro*

Esta técnica se ha utilizado, particularmente con árboles frutales, para cultivar embriones que normalmente abortarían a causa de una incompatibilidad entre el desarrollo del óvulo y del embrión, y también para la recuperación de embriones zigóticos de especies apomícticas. Las técnicas no son difíciles. La recuperación de embriones ha sido utilizada esporádicamente con especies forestales, pero los requerimientos para tal tecnología posiblemente estén limitados a un número reducido de híbridos suficientemente parecidos como para producir un embrión normal, pero para el cual está restringido el desarrollo de embriones *in vivo*. A corto plazo, la investigación de este tipo probablemente tenga una baja prioridad. Sin embargo, a largo plazo, a medida que se definan mejor las barreras que obstaculizan la hibridación natural, se podrá prestar cierta atención a aquellos híbridos de interés potencial identificados en los ensayos de selección, para los cuales se ha propuesto en otros estudios que la solución podría ser un método *in vitro*.

Micropropagación

Para las especies hortícolas y de cultivo, la micropropagación constituye hoy la base de una industria comercial de gran escala con la participación de cientos de laboratorios de todo el mundo. Existen protocolos satisfactorios para la gemación auxiliar (en particular para las frondosas) y la gemación adventicia (particularmente para las coníferas) para un gran número de especies forestales, y está aumentando el número de especies para las cuales se ha registrado un aumento en la embriogenia somática, especialmente en el caso de las coníferas. En comparación con la multiplicación por estaquillas, la micropropagación produce índices de multiplicación mayores y por lo tanto ofrece ventajas con respecto a la captación de ganancias genéticas a través de la selvicultura clonal. En un número limitado de programas de plantaciones, se está utilizando la micropropagación como una medida de multiplicación rápida anticipada en los programas de propagación. Un factor importante que impide la aplicación temprana de esta técnica en muchos programas de plantaciones industriales es la tecnología de mejoramiento genético que aún no se encuentra lo suficientemente avanzada para poder contemplar la selvicultura clonal.

Los altos costos actuales serán un impedimento para el uso directo de micropropágulos como material de reproducción en muchos programas. Es muy probable que las tecnologías que se asemejan a las utilizadas comercialmente en la horticultura representen costes razonables en el caso de especies de alto valor, incluyendo tal vez algunas maderas duras tropicales de turno largo, en particular aquéllas para las cuales resulta difícil la propagación por estaquillas. No es probable que estas tecnologías se puedan aplicar en los programas para pulpa de madera, y serán marginales para las especies de turno medio para madera aserrada, excepto cuando los crecimientos medios anuales sean muy elevados. Cualquier fluctuación importante en los índices reales de los derechos del bosque (valor de la madera en pie) podría alterar sin embargo estas perspectivas.

Evidentemente la micropropagación cumple un papel significativo en cualquier sistema integrado de propagación clonal, en el que se utiliza la micropropagación para la multiplicación rápida de las plantas de cepa de los clones seleccionados, pero las estaquillas forman el material de reproducción final. Sin embargo, este método sólo es útil en programas de mejoramiento genético muy avanzados que incorporan la generación e identificación de clones excepcionales.

El uso directo potencial de micropropágulos como material de reproducción en la selvicultura de plantación industrial se ampliará enormemente cuando bajen los costes. Los temas de investigación más prometedores en este contexto son los relacionados con la embriogenia somática y la creación de semillas artificiales. Estos son aspectos estratégicos importantes que servirán de base para aplicaciones futuras, y se deberá continuar su estudio con especies modelo como el *Pinus taeda* y la picea (*Picea spp.*).

La incertidumbre relativa al comportamiento en el campo es otro impedimento considerable para un uso más amplio de los micropropágulos. Es importante establecer ensayos prácticos mucho más extensos, especialmente ensayos que permitan la detección de interacciones de tipo genotipos-propágulos y correlaciones genéticas entre los caracteres de importancia económica y reproductiva.

Cuando el ensayo clonal en una escala razonable es posible y soportable, la aplicabilidad actual de los protocolos, especialmente al material juvenil, no es necesariamente un impedimento para la captación de buenas ganancias genéticas a través de la selvicultura clonal. No obstante, esta conclusión depende de la capacidad de almacenamiento de material juvenil durante el período del ensayo clonal, aunque tendrá gran importancia cualquier avance que se logre en la criopreservación de cultivos embriogénicos.

La variación genética resultante, que a menudo es considerable, no representará probablemente un problema importante en los casos en que el ensayo clonal esté precedido por una selección de genotipos sensibles.

Es poco probable que la micropropagación se llegue a utilizar en la producción de material de reproducción de especies no industriales, pero podría desempeñar un papel de cierta importancia en la multiplicación de variedades seleccionadas antes de su distribución. La existencia de tecnologías de micropropagación será también esencial en cualquier aplicación futura de la ingeniería genética, y la formulación de protocolos simples para aquellas especies que aún no cuentan con ellos será un objetivo útil de investigación, aunque de baja prioridad.

Control *in vitro* del estado de maduración

Una larga investigación del rejuvenecimiento *in vitro* ha llevado a ciertos resultados positivos, pero existen pocos indicios de que se pueda lograr el rejuvenecimiento en forma completa, permanente y segura mediante este método. De la misma forma, los informes que se reciben esporádicamente sobre la aceleración de la maduración mediante manipulaciones *in vitro* no son muy alentadores en lo que respecta a la

aceleración del envejecimiento. Cualquier estudio empírico futuro con estos objetivos tendrá posiblemente escasas probabilidades de éxito. No obstante, el conocimiento de la base molecular de la maduración es mucho más probable que una manipulación práctica, pero esta labor se encuentra en sus comienzos, y la aceleración y reversión de la maduración a niveles precisos continúa siendo una perspectiva lejana.

En cuanto a la selvicultura clonal con especies industriales, el mantenimiento del estado juvenil, es casi tan útil para muchos fines como el rejuvenecimiento, y probablemente sea factible mediante el empleo de tecnologías como la criopreservación o el manejo de rebrotes. No obstante, un control más estricto del estado de maduración continúa siendo uno de los objetivos más importantes de la investigación estratégica a largo plazo en la mejora genética de árboles forestales relativa a las especies industriales. El rejuvenecimiento tiene mucha más aplicación en aquellos proyectos que incluyen unos buenos programas de mejora genética, y donde no existen otras limitaciones para la selvicultura clonal. La maduración es un tema mucho menos importante en muchas de las especies no industriales. La manipulación del estado de maduración para inducir una floración precoz y reducir los intervalos entre generaciones tiene potencialmente mayor interés que el rejuvenecimiento, al menos para las especies industriales, pero sólo tendrá valor real donde se estén realizando programas activos de mejora genética.

Sistemas *in vitro* o moleculares relacionados con el estudio de organismos simbióticos

Junto con otras prácticas selvícolas, particularmente el control de malezas, las relaciones subóptimas con organismos simbióticos es probable que hayan contribuido a los resultados decepcionantes que se obtuvieron en algunos intentos de plantaciones forestales en zonas tropicales. Aunque queda mucho por hacer, el uso de marcadores moleculares en la identificación genética, y la formulación de nuevos métodos de inoculación (cultivo *in vitro* y encapsulación de perlas de alginato) son biotecnologías que tienen un potencial considerable para obtener un efecto rápido y positivo en la plantación de árboles en zonas tropicales, más en apoyo de los proyectos selvícolas, que de los proyectos de mejora genética.

Producción *in vitro* de productos vegetales

Se ha logrado un éxito considerable en la creación de un sistema de producción *in vitro* de taxol, una sustancia anticancerosa extraída de diversas especies de *Taxus*, y lo que promete convertirse en una industria comercial. Hay sin duda otras muchas sustancias vegetales útiles que se podrían producir con cultivos de tejidos, a veces en forma más económica y segura a partir de bosques naturales o plantaciones. Esto podría incluir algunos compuestos medicinales y de otro tipo que se buscan actualmente en importantes operaciones de prospección en los bosques tropicales. La disponibilidad de un sistema de producción de cultivos de tejidos podría tener el efecto de sustituir el aprovechamiento de los bosques naturales por la industria de plantación. Los efectos de tal sustitución podrían ser negativos o positivos, dependiendo de las especies y circunstancias, en algunos casos reduciendo la presión sobre una especie amenazada, y en otros amenazando una industria agrícola tradicional.

Procedimientos de diagnóstico modernos

La disponibilidad de ensayos altamente sensibles, particularmente los basados en reacciones inmunes y sondas moleculares, ha ocasionado una revolución en los procedimientos de diagnótico. Los métodos de diagnóstico inmunológico son particularmente útiles en la detección de agentes patógenos de plantas, suelos, etc., y en la detección de residuos de productos químicos agrícolas. Estos métodos son mucho más eficaces que las técnicas tradicionales, y tienen importantes aplicaciones selvícolas. Las enfermedades causadas por hongos son de especial importancia para muchas especies de árboles forestales, existiendo una creciente demanda de vigilancia ecológica de los bosques, especialmente para la detección de productos químicos industriales. Estas condiciones se aplican tanto a los bosques tropicales como a los de las regiones templadas. Con el uso de equipos apropiados de diagnóstico, estos análisis son rápidos y relativamente económicos y no exigen instalaciones complicadas ni capacitación avanzada para su uso. No obstante, el desarrollo de anticuerpos específicos y de equipos de diagnóstico es una actividad altamente especializada que se puede realizar mejor en grandes laboratorios comerciales.

El empleo de sondas moleculares es de especial utilidad en los estudios dirigidos a la caracterización de genes individuales y al conocimiento de los procesos genéticos. Las principales aplicaciones de la biotecnología dependerán de un buen conocimiento de la acción de los genes a nivel molecular. En este sentido, los estudios que utilizan estas sondas están haciendo una contribución considerable. Esta labor se lleva a cabo mejor con especies modelo en laboratorios bien equipados y con personal adecuado.

Bioprocesamiento

La utilización de microorganismos en la conversión biológica de materiales lignocelulósicos y la conversión de residuos, temas ya de por sí muy vastos, se tratan sólo brevemente en este informe. Las técnicas presentan grandes perspectivas para las industrias forestales, en la fabricación de pasta de madera y en la aceleracion de la degradación de compuestos peligrosos. Los avances en el tema del bioprocesamiento en las industrias de pasta de madera y papel posiblemente lleven a la fabricación de productos de mejor calidad, a una mayor eficacia en el uso energético, y a un menor impacto sobre el medio ambiente. Los procesos de fabricación de pasta de madera son esencialmente similares en las especies tropicales y en las templadas y, por tanto, los beneficios a obtener son aplicables tanto a las regiones tropicales como a las templadas.

RESUMEN

Para muchos cultivos agrícolas, la biotecnología ofrece importantes perspectivas para satisfacer los objetivos urgentes de la agricultura tropical: la conservación del patrimonio genético de las especies silvestres afines a las plantas alimenticias, la multiplicación de variedades obtenidas por estricta selección y, en particular, la obtención de resistencia contra virus e insectos. Las aplicaciones comerciales en la agricultura y en la mejora de los cultivos están aumentando rápidamente. Por el contrario, las aplicaciones inmediatas de la biotecnología a la selvicultura tropical son mucho más limitadas, porque las restricciones y las amenazas relativas a la selvicultura tropical difieren considerablemente de las que afectan a la agricultura tropical. No se cuenta con ejemplos importantes de operaciones en las que se esté utilizando actualmente la biotecnología para el establecimiento de plantaciones o la ordenación con fines comerciales.

Sin embargo, las biotecnologías podrían desempeñar potencialmente un papel importante en la investigacion estratégica (véase lo anterior).

Gran parte de esta labor tiene una base genética y la mejor manera de llevarlo a cabo es con especies modelo en laboratorios bien equipados y con personal adecuado. Sería recomendable por lo tanto utilizar los recursos disponibles en el desarrollo de programas de plantaciones tropicales y mejora genética hasta alcanzar una etapa en la que se puedan aprovechar los adelantos de la biotecnolgía logrados con las especies modelo.

Se deberá mantener un seguimiento del progreso alcanzado en otros países en este campo y convendrá iniciar el apoyo a los programas de mejora genética con especies tropicales en las etapas oportunas. Esto debe ir acompañado de la formación de personal (para propuestas más específicas en cuanto a formación, véase el informe de la OIMT del que se ha extraído este resumen). Es esencial contar con un enfoque cooperativo, que incluya la colaboración entre las organizaciones de investigación con sede en los trópicos y en otras regiones del mundo.

3ª REUNION DE LOS CENTROS Y PROGRAMAS AFRICANOS DE SEMILLAS DE ARBOLES

Dakar, Senegal, 21-26 abril de 1997

La 3ª reunión de los Centros y Programas Africanos de Semillas Forestales fue organizada en Dakar, Senegal por el Centro Nacional de Semillas de Arboles de Senegal (Projet National de Semences Forestières - PRONASEF) en colaboración con la Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) y el Instituto Senegalés de Investigación Agrícola (Institut Sénégalais de Recherche Agricole - Productions Forestières (ISRA-PF)) - Producciones Forestales (ISRA-PF), y con las contribuciones financieras y técnicas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el gobierno de los Países Bajos, el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) y el Centro para la Investigación y el Desarrollo Internacional (CRDI, Canadá).

Al igual que en las anteriores reuniones (Kenia, 1992 y Madagascar, 1994) el principal objetivo de la 3ª reunión era intercambiar información y experiencias y discutir los problemas comunes con la idea de identificar posibles soluciones.

Los dos principales temas discutidos durante la reunión fueron:

- Conservación, mejora genética y producción de semilla de especies arbóreas de finalidad múltiple; y
- Sostenibilidad de los Programas Nacionales de Semillas de Arboles.

La reunión tuvo tres días de presentaciones y discusiones de grupo seguidos por una visita de campo de tres días a las actividades de PRONASEF e ISRA.

Está disponible un informe de la reunión (en francés) en la dirección siguiente:

Projet National de Semences Forestières (PRONASEF)
Km 20 Route de Rufisque
BP 3818 Dakar
Senegal
Fax: +221 36 14 09
E-mail: pronasef@ns.arc.sn

TALLER DE LA RED INTERNACIONAL DEL NEEM
Yangon, Myanmar, 28 de julio al 1 de agosto de 1997

En este Taller celebrado en Yangon, Myanmar, del 28 de julio al 1 de agosto en el Centro Financiero Internacional del Ministerio de Montes se reunieron 23 expertos y Coordinadores Nacionales de la Red Internacional del Neem. El taller incluyó un viaje de campo a las actividades de investigación del neem durante los días 30 y 31 de julio. El Ministerio de Montes y el Departamento Forestal de Myanmar actuaron como anfitriones y adoptaron disposiciones prácticas muy eficaces para la reunión.

Los principales objetivos del taller fueron (i) informar y discutir las actividades de la red durante 1996, especialmente los resultados del establecimiento de los ensayos; (ii) discutir y adoptar las directrices para la evaluación de los ensayos de procedencias; (iii) discutir las futuras actividades de la red; y (iv) visitar en el campo las actividades de investigación del Neem en Myanmar.

Situación del establecimiento de ensayos internacionales de procedencias

A continuación del afortunado intercambio de semillas y de la producción de viveros en 1995, se establecieron ensayos internacionales de procedencias por los colaboradores de la red en 1996 siguiendo las directrices comunes para el diseño y establecimiento de ensayos adoptadas en el taller de la Red Internacional de Neem en Bangkok, marzo de 1996.

El taller examinó la situación de los ensayos establecidos por los colaboradores de la red y llegó a la conclusión de que el establecimiento de ensayos había tenido un gran éxito en casi todos los países y actualmente en su mayoría cuentan con ensayos internacionales de procedencias del neem cuidadosamente diseñados, bien ordenados y posibles de realizar. Se llegó además a la conclusión de que se han establecido más de 30 ensayos que representan las diferentes condiciones y estaciones ecológicas donde se desarrolla el neem.

Directrices para la evaluación de los ensayos

Una propuesta de directrices comunes para la evaluación de los ensayos en los primeros cinco años fue preparada y presentada al taller por el grupo de trabajo sobre evaluación de ensayos. La serie mínima de caracteres (caracteres fundamentales) a evaluar incluye: situación sanitaria, supervivencia, altura, diámetro, derechura, número de tallos, diámetro de la copa, intensidad de la floración, y fructificación y producción de semilla. La serie fundamental de caracteres fue analizada cuidadosamente en la reunión porque se reconoció que la evaluación de un gran número de caracteres lleva mucho tiempo y es costosa. Se discutió y aclaró la metodología de evaluación y se acordó incluir descripciones más detalladas de la metodología de evaluación en la versión final de las directrices para la evaluación de ensayos. Se decidió también que la evaluación de los caracteres fundamentales debe realizarse cada año dentro del primer período de cinco años.

Las directrices aprobadas para la evaluación de ensayos serán revisadas en una etapa posterior cuando los ensayos tengan más antigüedad y haya más caracteres cuya evaluación interese. Los caracteres a incluir en evaluaciones futuras deben reflejar los diversos usos del neem. A este respecto, la reunión reconoció la gran diferencia en cuanto a la importancia de los diversos productos de neem en los distintos países. Reconoció asimismo la necesidad de recoger más información y conocimientos sobre la metodología de evaluación para algunos caracteres opcionales.

Se expresó también la gran necesidad de más información sobre la metodología de evaluación de los componentes químicos del neem y se estableció un nuevo grupo de trabajo dentro de la red para trabajar sobre estos aspectos. Se decidió que el grupo de trabajo, en la fase inicial de sus labores, estudie las siguientes cuestiones: (i) identificación de los compuestos químicos más importantes a evaluar; (ii) técnicas de cuantificación; y (iii) procedimientos de evaluación, incluyendo medidas prácticas y consideraciones en cuanto a costes. El grupo de trabajo informará para la próxima reunión de la red.

Descripción de las fuentes de semilla

En la reunión se presentó y discutió un borrador del folleto "Descripción de las fuentes de semilla de neem" (folleto azul). Esta publicación contiene un resumen descriptivo de las fuentes de semilla de neem, una visión de conjunto de la localización de 25 fuentes de semilla, una lista de los principales institutos nacionales y una descripción detallada de cada una de las fuentes de semilla (incluyendo mapas). Tras una revisión final a cargo de los colaboradores de la red, se publicarán y distribuirán las descripciones.

Situación de los componentes de investigación de la red

Dentro de la Red Internacional del Neem se han establecido tres grupos de investigación: (i) fisiología y tecnología de la semilla; (ii) variación genética, taxonomía y biología reproductiva; y (iii) variación de los componentes químicos. Los coordinadores de los diferentes componentes informaron sobre la situación estado y progreso de los componentes de investigación.

En los últimos años se ha emprendido una investigación sobre semillas de neem coordinada internacionalmente por un proyecto sobre "Conservación y Utilización Eficaz de las Semillas Intermedias y Recalcitrantes de Arboles Forestales Tropicales", con la colaboración de 25 países y la coordinación del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) con la financiación y el apoyo técnico del Centro de Semillas Forestales de Danida, Dinamarca (DFSC). Muchos colaboradores de la Red Internacional del Neem participan en las actividades de este proyecto y, también en los próximos años, la investigación del neem coordinada internacionalmente se realizará sobre todo dentro del marco de este proyecto.

La reunión destacó la importancia de los estudios de diversidad genética con el uso de isoenzimas, especialmente teniendo en cuenta la posibilidad singular disponible de comparar los resultados de los estudios de diversidad genética con las evaluaciones de los ensayos de campo (caracteres cuantitativos). Una serie de colaboradores de la red expresó su interés por realizar tales estudios como parte de las actividades nacionales de investigación.

Con respecto a la variación de los compuestos químicos, la reunión consideró conveniente vincular este trabajo con la evaluación general de los ensayos internacionales de procedencias, y especialmente con el grupo de trabajo establecido sobre evaluación de compuestos químicos, integrando de esta forma el trabajo sobre componentes químicos con la evaluación de los ensayos internacionales de procedencias.

Programa y actividades futuras de la red

Se reiteró lo ya expuesto en reuniones anteriores sobre el objetivo a largo plazo de la red, consistente en la mejora de la calidad y adaptabilidad genética del neem plantado y su utilización adecuada a escala mundial, como contribución al desarrollo de los países interesados y, en especial, para atender las necesidades de la población rural. El método progresivo seguido por la red, terminando una actividad antes de comenzar otras nuevas, fue considerado como el factor principal del éxito actual de la Red Internacional de Neem y la reunión confirmó que se debe seguir también este método en los próximos años.

Siguiendo dicho método, la reunión acordó que la actividad prioritaria de la Red Internacional del Neem en los próximos años es la buena gestión y el cuidado de los ensayos internacionales de procedencias establecidos y la iniciación de la evaluación de los ensayos siguiendo las directrices adoptadas para la evaluación de ensayos.

Durante los próximos años se emprenderán también actividades, dentro de los dos grupos de trabajo establecidos en la reunión, sobre (i) caracteres opcionales a incluir en nuevas evaluaciones de los ensayos y (ii) Evaluación de compuestos químicos. Ambos grupos de trabajo rendirán cuenta a la Red sobre estos temas.

Los colaboradores de la red discutieron también, en términos más generales, las futuras actividades de la red sobre la conservación de recursos genéticos del neem y la mejora genética y producción de material de plantación mejorado en los países interesados. Los colaboradores de la red reconocieron la gran importancia de las actividades de la red para proseguir la mejora y conservación de los recursos genéticos del neem, pero consideró que es aún prematuro actuar y que la acción coordinada debe esperar los resultados de las primeras evaluaciones de los ensayos internacionales de procedencias. A este respecto, se destacó la importancia de conservar las fuentes originales de semilla, a fin de poder acudir a estos recursos genéticos en etapas posteriores del programa de la Red.

Información adicional

Se puede obtener información adicional sobre la Red Internacional del Neem del coordinador de la Red, incluído el informe completo de la reunión, las directrices para la evaluación de ensayos y el folleto descriptivo de las fuentes de semilla (antes mencionado). La correspondencia se debe dirigir a:

Jefe, Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales
Dirección de Recursos Forestales
Departmento de Montes
FAO
Via delle Terme di Caracalla
00100 Roma, Italia
Fax: 0039 6 570 55137; E-mail: Forest-Genetic-Resources@fao.org

NUEVA PUBLICACION EN FRANCES Y ESPAÑOL: DIRECTRICES TECNICAS FAO/IPGRI PARA EL TRANSPORTE SEGURO DE GERMOPLASMA DE EUCALIPTOS

La FAO y el IPGRI colaboran en la publicación de una serie de Directrices Técnicas para el Transporte Seguro de Germoplasma. Desde 1989, se han elaborado estos folletos breves y concisos mediante reuniones de cuadros de expertos en las especies vegetales correspondientes. La serie de Directrices se ha ampliado recientemente a géneros o especies forestales importantes. Debido a su relevancia en las plantaciones forestales, el género Eucalyptus fue el primero en estudiar; en 1996 se publicó una versión inglesa (mencionada en *Recursos Genéticos Forestales* No 24 [1996], págs. 52-53). Las directrices sobre *Eucalyptus ssp.* se dividen en dos partes. La primera incluye las recomendaciones generales referentes al transporte de material de germoplasma. La segunda parte comprende temas específicos relacionados con los eucaliptos, concentrándose en aquellos aspectos más importantes para la cuarentena. Se dan en especial descripciones detalladas, a menudo con fotografías en color, de importantes plagas de insectos y enfermedades.

Recientemente se ha puesto a disposición de los lectores de francés y español un resumen de este valioso folleto. Ambas versiones incluyen las recomendaciones generales elaboradas en el documento en inglés, junto con observaciones técnicas del cuadro de expertos sobre riesgos fitosanitarios. Los lectores interesados en la descripción de plagas y enfermedades concretas pueden acudir al documento en inglés.

La referencia completa de la versión en inglés es: Ciesla, W.M., Diekmann, M., y Putter, C.A.J. 1996. FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm. No 17. *Eucalyptus* ssp. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Plant Genetic Resources Institute, Rome. Hay copias disponibles en:

IPGRI
Via delle Sette Chiese, 142
00145 Roma, ITALIA
Fax : + 39 6 5750 309; E-mail : F.DI-PAOLO@cgnet.com

ESTADO ACTUAL DE LAS ESPECIES DEL GENERO *NOTHOFAGUS* EN CHILE

por

Gustavo Moreno Diaz[1]
Centro de Semillas, Genética e
Investigaciones Entomológicas
Chillán, Chile

INTRODUCCION

El género *Nothofagus* está constituido por 40 especies y algunos híbridos naturales. Algunas de estas especies son de hoja perenne y otras, de hoja caduca. Las especies de este género se encuentran sólo en el hemisferio Sur, y la mayoría de ellas en el centro y sur de Chile, Argentina, Nueva Zelanda, sur de Australia, incluida Tasmania, en altitudes elevadas de las regiones montañosas de Papua Nueva Guinea y de Nueva Caledonia. El género *Nothofagus* pertenece a la familia Fagaceae y está estrechamente emparentado con el género *Fagus*. Son árboles monoicos que se pueden identificar fácilmente por el fruto, en forma de cúpula con dos o cuatro valvas, que contienen generalmente tres, a veces una o dos, y en ocasiones hasta cinco nueces (Donoso, 1978).

EL GENERO *NOTHOFAGUS* EN CHILE

Las especies del género *Nothofagus* se encuentran prácticamente en todos los bosques chilenos, generalmente en el piso de árboles dominantes. Se encuentran distribuidas entre los 33° y los 55,5° de latitud sur, hasta el Cabo de Hornos; desde la costa al nivel del mar, en el sur, hasta los 2.500 metros snm en la Cordillera de Los Andes, en el Norte (Donoso, 1978). En Chile, predominan en los bosques autóctonos un total de nueve especies además de un híbrido, plenamente identificado y clasificado.

Las especies de *Nothofagus* fueron muy importantes en el pasado como productoras de madera de gran valor, pero su corta indiscriminada llevó a estos recursos al estado de degradación en que hoy se encuentran. Actualmente, pueden encontrarse muchas de estas especies en los bosques secundarios. Su distribución actual es la siguiente:

Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst., nombre local "roble", especie caducifolia que se encuentra desde los 33° hasta los 41° de latitud sur; en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera de los Andes, entre los 600 y los 2.200 metros de altitud (Donoso, 1994).

Nothofagus glauca (Phil.) Krasser, "hualo", caducifolio, se desarrolla entre los 33,5° y los 37° de latitud sur; en ambas cordilleras, hasta los 1.100 metros snm (Donoso, 1974).

Nothofagus alessandri Espinosa, "ruil", especie caducifolia y extremadamente escasa, endémica de la zona mesomórfica de Chile, donde habita en ocho bosquetes, aproximadamente entre los 35° y 36° de latitud sur (Landaeta, 1981). Se estima que la superficie total en el presente, es de unas 400 hectáreas (Villa, com. pers.[2])

---

[1] Si se desea información sobre un proyecto complementario en Chile (UACH/INFOR/FONDEF), véase: Ipinza, R. and Emhart, V. "Mejoramiento genético para especies de *Nothofagus: Rentable opción productiva*". *Chile Forestal*, Junio de 1997 (Edición en español), pp. 18-21 (*en prensa* en la edición inglesa de Chile Forestal)

[2] Villa Alexis, CONAF, Región Maule.

Nothofagus dombeyi (Mirb.) Oerst., "Coigüe", especie de hoja perenne y una de las más abundantes entre los *Nothofagus* de Chile. Habita en un rango latitudinal de los 35° a los 48°, fundamentalmente en la Cordillera de los Andes, desde el nivel del mar hasta el límite superior de la vegetación arbórea (Donoso, 1974).

Nothofagus alpina (Poepp. et Endl.) Oerst., "Raulí", es tal vez la más valiosa de las especies nativas de este género. Es caducifolia y crece entre los 35° y los 41° de latitud Sur, en ambas cordilleras, entre los 500 y los 1.200 metros de altitud (Donoso, 1978).

Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl.) Krasser, "Lenga", árbol caducifolio que crece principalmente en la Cordillera de los Andes entre los 35,5° y los 55° de latitud Sur, llegando hasta el Cabo de Hornos (Hoffmann, 1994); en la Cordillera de la Costa su hábitat se reduce sólo a las partes más altas de las más elevadas cumbres como Nahuelbuta y Cordillera Pelada (Donoso, 1978). En general, crece desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea.

Nothofagus antarctica (Forst.) Oerst. "Ñirre", caducifolio, y habita entre los 35° y los 54° de latitud Sur, aproximadamente (Hoffmann, 1994), desde el nivel del mar hasta el límite altitudinal de la vegetación arbórea, creciendo en muy variados hábitats (Donoso, 1994).

Nothofagus nitida (Phil.) Krasser "Coigüe de Chiloé", de hoja perenne, crece entre los 40° y los 48° de latitud Sur, en la Cordillera de la Costa (Hoffmann, 1994).

Nothofagus betuloides (Mirb.) Blume, "Coigüe de Magallanes", de hoja perenne, habita entre los 40° y 55° de latitud Sur, llegando hasta Tierra del Fuego, en ambas cordilleras; en su límite septentrional se le encuentra en la Cordillera Pelada, en la Costa (Hoffmann, 1994).

Aparte de estas nueve especies, existe un híbrido natural plenamente clasificado:***Nothofagus leoni*** Espinosa, "Huala", posible híbrido entre *N. obliqua* y *N. glauca*, y que se encuentra en las zonas de contacto de ambas especies (Donoso y Landrum, 1979).

Existen algunas pruebas de la existencia de otros híbridos, que no han sido plenamente comprobadas. Como por ejemplo, se cita un híbrido entre *N. nitida* y *N. betuloides* (Donoso y Atienza, 1994); otro entre *N. obliqua* y *N. alpina* (Donoso et al., 1990); un tercer caso entre *N. dombeyi* y *N. betuloides* y finalmente otro entre *N. dombeyi* y *N. nitida* (Donoso y Atienza, 1985).

ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ESPECIES CHILENAS

Según el "Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile" (Benoit, 1989) existe una sola especie de *Nothofagus* en la categoría "en peligro": *N. alessandri*. Se enumeran dos especies en la categoría "vulnerable": *N. glauca* y *N. leoni*. No obstante, a nivel de procedencias existen algunas dificultades; el "Libro Rojo" antes mencionado indica lo siguiente:

- *N. obliqua*: Las procedencias que se encuentran en la Región V, están en "peligro". En la Región VI y en la Metropolitana se clasifican como "vulnerables"; (es decir, en la zona Norte de su distribución).
- *N. glauca*: "Vulnerable" en las Regiones VI, VII, VIII y en la Región Metropolitana; es decir, en toda su distribución.
- *N. alessandri*: Está "en peligro" en todo su ámbito de distribución (VII Región).
- *N. dombeyi*: "Vulnerable" en la VI Región, en el extremo Norte de su distribución.

- *N. leoni*: "Vulnerable" en la VII Región, parte principal de su ámbito de distribución, y en la VIII Región, límite Sur de su hábitat.
- *N. alpina*: "Vulnerable" en la VII Región, en el límite Norte de su distribución y en la IX Región, centro de su hábitat.
- *N. pumilio*: Especie "rara" en la VII Región, en su límite septentrional.
- *N. antarctica*: Especie "rara" en la VII Región, en su límite septentrional.

CONSERVACION *IN SITU* EN AREAS PROTEGIDAS

En general la conservación *in situ* se lleva a cabo en Chile en las áreas administradas por el SNASPE (Sistema Nacional de Areas Protegidas del Estado), e incluye la conservación de Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Monumentos Nacionales, Areas de Protección y Santuarios de la Naturaleza. Si bien es cierto que a nivel nacional la superficie total del SNASPE es de 14 millones de hectáreas, en la zona protegida entre las Regiones V y X, vale decir entre los 32° y 44° de latitud Sur, que se extiende a través de 1.300 Km, el SNASPE cubre apenas 1.100.000 ha. Esta cifra es preocupante por dos razones: a) coincide con el área en que las especies del género están necesitadas de medidas de conservación; b) en este sector hay del orden de 1.700.000 ha. de plantaciones de especies exóticas, principalmente *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. Esto genera una gran presión por la utilización del suelo para usos no forestales, lo que hace muy incierto el futuro de muchos rodales actuales.

CONSERVACION *IN SITU* EN BOSQUES ORDENADOS

Hasta el presente es poco lo que se conoce con respecto a los efectos a largo plazo que tendría la ordenación forestal sobre los recursos genéticos de las especies pertenecientes a este género. En el pasado, una práctica muy corriente fue entresacar los mejores individuos (fenotipos) para la utilización de su madera. Como resultado de esta selección disgénica, fueron quedando para la reserva los individuos fenotípicamente inferiores, que han sido la base de las generaciones actuales, con efectos probablemente negativos.

El autor considera que la conservación *in situ* de los bosques nativos chilenos en bosques ordenados no es una buena alternativa, ya que la ordenación para fines productivos reducirá la diversidad de los rodales, disminuyendo el número de especies de interés de las futuras generaciones.

CONSERVACION *EX SITU*

Por las razones expuestas en el apartado anterior, se estima necesario emprender urgentemente estrategias de conservación *ex situ* como complemento de la conservación *in situ*. Para ello pueden preverse los métodos siguientes:

- Conservación de semilla, polen y tejidos, utilizando técnicas avanzadas como la criopreservación.

- Establecimiento de poblaciones múltiples, tanto para conservación como para mejora genética.

- Plantación de rodales de conservación *ex situ* .

NECESIDADES DE INFORMACION

Hay una serie de aspectos básicos que se deberían conocer antes de emprender un programa de conservación genética. Hay alguna información a este respecto sobre las especies de *Nothofagus* aunque la mayoría no está aún disponible como se indica a continuación:

- Estructura genética de las poblaciones. Se desconoce si las poblaciones actuales de *Nothofagus* están o no altamente estructuradas de acuerdo con su parentesco. En poblaciones estructuradas hay mayor proporción de homozigotos que en las resultantes de panmixia, no sólo debido a los autocruzamientos sino también a una efectividad masculina muy localizada y específica.

- Sistemas de reproducción. Las especies de *Nothofagus* son monoicas y exógamas por excelencia.

- Flujo de genes. Las especies de *Nothofagus* son anemófilas, no domesticadas, son muy altos los niveles de flujo de genes lo cual conduce a altos niveles de heterozigotos. Estas cuestiones necesitan investigación.

- Variación genética intra-poblacional. No se han realizado estudios electroforéticos en las especies de *Nothofagus* y por lo tanto no se conoce la variación a nivel molecular dentro de las poblaciones.

- Variación genética inter-poblacional. Se han hecho estudios basados en rasgos morfológicos. No se han hecho estudios hasta ahora a nivel molecular utilizando el empleo de isoenzimas. Se piensa que en especies de ámbito limitado, como el *N. alessandri*, esta variación inter-poblacional sea elevada, en tanto que en aquéllas con ámbitos de distribución continua, como el *N. alpina* y *N. obliqua*, existiría una menor variación entre poblaciones vecinas.

- Efectos de la selvicultura y la ordenación forestal. No se han realizado estudios sobre este tema por lo que se desconocen los efectos de la selvicultura y la ordenación forestal sobre los recursos genéticos de las especies de *Nothofagus*.

PROYECTOS DE NUEVAS INVESTIGACIONES

La Corporación Nacional Forestal (CONAF), a través del Centro de Semillas Forestales de Chillán, juntamente con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a través de su Centro Regional de Investigaciones "Quilamapu", situado también en Chillán, han elaborado un proyecto tendente a obtener los conocimientos básicos necesarios para la buena conservación de los recursos genéticos de las especies de *Nothofagus*. El proyecto se denomina "Caracterización bioquímica y molecular de las poblaciones de seis especies de *Nothofagus* que crecen entre la V y la IX Región". Se han determinado a priori, 50 poblaciones de seis especies de *Nothofagus*, basándose en la urgencia de las necesidades de conservación: *N. obliqua, N. alpina, N. alessandri, N. glauca, N. pumilio* y *N. dombeyi*. Se muestreará un número de individuos de cada población y se trabajará con marcadores como RFLPs y RAPDs.

Se espera determinar para cada especie, qué poblaciones son genéticamente diferentes, para proceder a través de otros proyectos complementarios, a realizar ensayos de progenies y seguidamente a establecer rodales de conservación *ex situ*. Se tomarán muestras de semillas y tejidos de cada procedencia para proceder a su almacenamiento *ex situ*, a temperaturas entre -196 y +4°C.

Ambas instituciones creadoras de este Proyecto están buscando financiamiento a través de agencias internacionales para llevar a cabo los programas.

REFERENCIAS

Benoit, I. (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. (Primera Parte). Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile.

Donoso, C. (1974). Dendrología-Arboles y Arbustos Chilenos. Manual n° 2, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Donoso, C. (1978). La Silvicultura de *Nothofagus* en Chile. Departamento de Silvicultura y Conservación, Universidad de California, Berkeley. USA.

Donoso, C. (1994). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

Donoso, C. y Atienza, J. (1984). Hibridación Natural entre *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst. y *Nothofagus nitida* (Phil.) Krasser. Revista "Medio Ambiente", 7:9-16.

Donoso, C. y Atienza, J. (1985). Hibridación Natural entre Especies de *Nothofagus* Siempreverdes en Chile. Revista "Bosque", 5:21-34.

Donoso, C. y Landrum, L.R. (1979). *Nothofagus leoni* Espinosa, a natural hybrid between *Nothofagus obliqua* (Mirb.)Oerst. and *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. New Zealand Journal of Botany, Vol. 17:353-360.

Donoso, C; Morales, J. y Romero, M. (1990). Hibridación Natural entre Roble *Nothofagus obliqua* (Mirb.)Oerst. y Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp et Endl.) Oerst., en bosques del Sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 63:49-60.

Hoffmann, A. (1994). Flora Silvestre de Chile. Zona Araucana. Tercera Edición. Fundación Claudio Gay. Santiago de Chile.

Landaeta, E. (1981). Estudio de las Semillas y Plantas de Vivero para cuatro Procedencias de *Nothofagus alessandri* Espinosa. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

PUBLICACIONES RECIENTES DEL CENTRO DE SEMILLAS FORESTALES DE DANIDA

Nota Técnica No. 44. Tree Climbing for Seed Collection (Trepado a los Arboles para la Recolección de Semillas) por Finn Stubsgaard. Abril 1997

Nota Técnica No. 45. Electrical Conductivity Test (Ensayo de Conductividad Eléctrica) por Ane Soerensen, Elmer Brask Lauridsen y Kirsten Thomsen. Diciembre de 1996

Nota Técnica No. 46. Tree Improvement Glossary (Glosario de Mejora Genética de Arboles) compilado por Lars Schmidt. Julio de 1997

Semillas Intermedias y Recalcitrantes de Arboles Forestales Tropicales. Informe de un taller sobre la Mejora de Métodos de Manipulación y Almacenamiento de Semillas Intermedias y Recalcitrantes de Arboles Forestales Tropicales. 8-10 de junio de 1995, Humlebaek, Dinamarca. A.S. Ouédraogo, K. Poulsen y F. Stubsgaard (eds.). 1996

Estas publicaciones están disponibles con carácter gratuito en:

Danida Forest Seed Centre
Krogerupvej 21
DK-3050 Humlebaek
Dinamarca
Fax: +45 49 16 02 58
E-mail: dfscdk@post4.tele.dk

NOTICIAS DE LA COMISION INTERNACIONAL DEL ALAMO

por

Jim Ball
Secretario, Comisión Internacional del Alamo,
Dirección de Recursos Forestales,
Departamento de Montes,
FAO

La Comisión Internacional del Alamo (CIA), uno de los Órganos Estatutarios de la FAO, incluye entre sus funciones el estudio de los aspectos científicos, técnicos, sociales y económicos del cultivo del álamo y el sauce, la promoción del intercambio de ideas y de material entre los investigadores, productores y usuarios, la organización de programas conjuntos de investigación, y el fomento de la organización de reuniones y viajes de estudio. Se reúne en sesión plenaria cada cuatro años, y su Comité ejecutivo celebra reuniones cada dos años. La mayoría de sus actividades se realizan a través de grupos de trabajo, y abarcan los campos de la mejora genética del álamo, protección contra insectos y enfermedades, utilización y sistemas de producción de biomasa, y se reúnen al mismo tiempo que tienen lugar las sesiones y reuniones del comité ejecutivo.

20ª REUNION DE LA COMISION INTERNACIONAL DEL ALAMO

La CIA celebró su 20ª Reunión en Budapest, Hungría, en octubre de 1996. Asistieron a ella más de 200 participantes, número récord, en representación de 32 países. Se celebró una reunión conjunta de todos los grupos de trabajo, siguiendo el sistema iniciado en 1994, que fue inaugurada con un discurso de apertura sobre el *Alamo como árbol modelo*, pronunciado por el Dr Reinhard Stettler, College of Forest Resources, de la Universidad de Washington, Seattle.

El grupo de trabajo sobre la mejora genética del álamo continuó destacando la necesidad de la conservación de las poblaciones naturales de álamos y acogió con satisfacción las iniciativas adoptadas por la FAO para analizar en particular el estado del *Populus euphratica* (véase el nº 23 de IRGF de 1995). Un estudio sobre el estado del pariente cercano *P. ilicifolia* de Kenia, única especie de álamo que se da naturalmente al sur del ecuador, motivó gran atención y discusión.

Se dio una mayor atención a los sauces, de acuerdo con las recomendaciones de reuniones anteriores y varios documentos analizaron aspectos de su distribución, cultivo y utilización, incluyendo un estudio de los sauces de Argentina.

Una síntesis de los 27 informes nacionales sobre el cultivo y utilización de álamos y sauces demostró la importancia de los álamos para atender la demanda de productos madereros. Por ejemplo, en los EUA se han plantado entre 1992 y 1996/20.000 ha. de clones de híbridos de álamos de gran producción para el suministro de madera industrial, en parte para compensar la producción procedente de los bosques naturales del Pacífico noroeste retirados de la producción por razones ambientales y de conservación, y en China se han plantado 360.000 ha. de álamos durante el mismo período. Por otra parte, algunos países, especialmente Italia, informan sobre nuevas leyes rigurosas referentes al cultivo de plantaciones de álamos en llanuras fluviales inundables donde se consideran una amenaza para los ecosistemas naturales. Francia ha comenzado un activo programa de investigación sobre los impactos ambientales de las plantaciones de álamos. Algunos países, especialmente Suecia, aunque también Alemania y el Reino Unido, han seguido desarrollando la ordenación de álamos y sauces y los sistemas de aprovechamiento como combustible de biomasa.

El tema de la 20ª Sesión de la CIA fue *Problemas Ambientales y Sociales del Cultivo y Utilización de Alamos y Sauces*. Una síntesis de las diecisiete respuestas recibidas de los países miembros refleja las preocupaciones ambientales sobre el impacto de las plantaciones de álamos en los hábitats ribereños pero también indica el potencial de las plantaciones de salicaceas para captar contaminantes del suelo de origen agrícola e industrial.

Los informes de las reuniones de la CIA de 1992 y 1996, y de la reunión del comité ejecutivo de 1994, incluidas las listas de los documentos presentados a las reuniones de los grupos de trabajo, están disponibles en inglés en la página de la sede de la FAO en Internet:

http://www.fao.org/waicent/faoinfo/forestry/IPC/IPChom-e.htm

También están disponibles en la Secretaría de la CIA copias de los documentos presentados en los grupos de trabajo y del discurso de apertura y documentos de síntesis.

DIRECTORIO DE CIENTIFICOS DE ALAMOS Y SAUCES

La tercera revisión del Directorio de Científicos de Alamos y Sauces elaborado por primera vez en 1992 y revisado en 1994, fue publicada en abril de 1996. Hay copias disponibles en la Secretaría de la CIA.

50° ANIVERSARIO DE LA CIA

La CIA se fundó en Francia en 1947. Para celebrar la ocasión se celebró una reunión durante el Congreso Forestal Mundial (Antalya, Turquía, octubre de 1997) en la cual el Sr. Víctor Steenackers, Presidente del Comité Ejecutivo de la CIA y anterior Director del "Institut voor Bosboun" de WildScheer, Geraardsbergen, Bélgica, presentó un documento titulado *Hacia una producción mundial duradera y sostenible del álamo*. Se presentaron también resúmenes de las actividades de los grupos de trabajo, (de los cuales, *A look into the past for the development of future strategies*, que describe el progreso del grupo de trabajo sobre mejora genética de álamos y sauces, puede ser de gran interés para los lectores del IRGF); y una edición revisada de la *Historia de la Comisión Internacional del Alamo*. De todos estos documentos hay copias disponibles en la Secretaría de la CIA:

Secretario
Comisión Internacional del Alamo
Dirección de Recursos Forestales
Departamento de Montes
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Roma, Italia

GESSEM: UN SISTEMA DE GESTION DE BANCOS DE SEMILLAS FORESTALES

Cirad-Forêt (Francia) ha publicado recientemente nuevos programas informáticos para el funcionamiento y gestión de bancos de germoplasma y colecciones de semillas, especialmente los de los centros de semillas de árboles forestales. Desarrollado en colaboración con la FAO, el sistema está siendo comprobado actualmente por instituciones asociadas, en diversos proyectos de campo.

El sistema se ha compilado utilizando Microsoft Visual-Basic 3.0 y requiere como mínimo un P.C. 486 DX2/66 con 8 Mb RAM y 5 Mb de memoria, operado con Windows 3.1 o superior. Los programas están disponibles en francés pero está programada una versión inglesa que queda pendiente de encontrar financiación adicional.

El programa puede seguir y vigilar el flujo de germoplasma de un centro de semillas, desde la distribución a los ensayos o el envío. Maneja datos que incluyen: géneros, especies, procedencias, suministradores, países y receptores, junto con las operaciones siguientes:

Distribución y manipulación de semillas:

* Registro de lotes de semillas:
  - procedencia (situación y datos climáticos)
  - suministrador (nombre, dirección, persona de contacto, etc.)
  - almacenamiento (peso, humedad, situación en el almacén)
* Mezcla (con indicación de proporciones) de lotes almacenados
* Registro de existencias (peso del lote de semillas que queda después de los ensayos, mezcla o envío)
* Ensayos de germinación (situación, resultados, fecha)
* Impresión de cuadros-resumen de información sobre el lote de semillas (procedencia, composición, ensayos)

Envío de semillas:

* Recuperación de los formularios de envío:
  - contenido del paquete según la lista de existencias
  - receptor (nombre, dirección, persona de contacto)
* Formularios impresos (carta acompañante, formularios de envío, consejos sobre tratamiento preliminar y factura)

Preguntas dirigidas a la base de datos:

* respuestas impresas a preguntas como las siguientes:
  - ¿qué existencias hay disponibles de una especie determinada?
  - ¿dónde se ha enviado un lote de una especie determinada?
  - ¿qué lotes hay disponibles de una especie determinada y una procedencia determinada, en cantidades superiores a 20 gramos?
* está integrado un módulo SQL. Las preguntas se pueden conservar, imprimir o exportar a una hoja de distribución o a un GIS. (se requiere un conocimiento del SQL a nivel de usuario).

Impresión de catálogos, clasificados por género/especie, país, dirección, procedencia o cualquier referencia.

Los programas informáticos (dos disquetes 3"½ con un manual de instrucciones) están disponibles mediante solicitud a la FAO, gratuitamente para los centros de semillas forestales y organizaciones de investigación de carácter público.

Las solicitudes se pueden enviar a:
Jefe, Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales
Dirección de Recursos Forestales, FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia

LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES Y LA CONSERVACION EN ASIA CENTRAL

por

Jozef Turok
Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos
Roma, Italia

INTRODUCCION

Tras los cambios políticos y económicos de Asia Central después de la disolución de la Unión Soviética, se hizo muy urgente la conservación, ordenación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos. La región contiene una valiosa y singular diversidad, y con frecuencia diversos tipos de ecosistemas forestales que comprenden un gran número de plantas endémicas y relictos y también una notable diversidad genética intraespecífica en poblaciones de muchas especies forestales de amplia distribución. Es necesario realizar esfuerzos inmediatos considerando la intensidad de las diversas amenazas que pesan sobre estos recursos. El interés internacional se ha centrado hasta ahora en la protección de la naturaleza y en problemas ambientales de carácter amplio. Pero la buena ordenación de los recursos genéticos de los árboles forestales, incorporando los temas genéticos a la práctica forestal, continua siendo una preocupación importante.

Desde 1993, el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), junto con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) han realizado misiones en países de Asia Central, han estudiado y analizado importante información sobre recursos fitogenéticos, han organizado reuniones, han favorecido la formación y apoyado el intercambio de conocimientos científicos con cinco estados recientemente independientes de esta región (Kazakstan, República de Kyrgyz, Tajikistán, Turkmenistán y Uzbekistán). La Red de Recursos Fitogenéticos de Asia Central (CAN-PGR), que pretende el fortalecimiento de los programas nacionales, fue establecida durante el primer taller regional celebrado en Tashkent, Uzbekistán, en octubre de 1996. Se constituyeron en él cinco grupos de trabajo incluido uno sobre árboles forestales.

SITUACION DE LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES

Los bosques de Asia Central están distribuidos irregularmente y cubren una proporción más bien reducida de la superficie de los cinco países (la cubierta boscosa es como promedio inferior al 5%). A pesar de ello, los bosques cumplen funciones ecológicas y socioeconómicas muy importantes, sirviendo de sustento para la población local.

Los bosques de montaña, formados por una serie de especies de coníferas y frondosas, se desarrollan en una amplitud ecológica muy extensa. Los enebros arborescentes (*Juniperus seravsehanica*, *J. semiglobosa* y *J. turkestanica*) constituyen una gran parte de los bosques de zonas de montaña. También son característicos los bosques de picea con la *Picea schrenkiana* como especie dominante. La regeneración natural, tanto de la picea como de los enebros, es muy escasa, habiendo tenido lugar desde hace varias décadas un establecimiento intensivo de cultivos agrícolas. Un ejemplo de recursos genéticos amenazados a nivel de especie es el *Abies semenovii*, especie endémica de la que sobreviven en el medio natural un número muy limitado de árboles, quedando demostrado por la investigación genética el fuerte efecto de la endogamia.

La región es especialmente rica en recursos naturales de árboles frutales y productores de nuez. Los bosques naturales que se dan en la zona altitudinal de los 800 a los 2.000 m. de la parte occidental de las montañas de Tian Shan, son característicos, con una composición del bosque rica y bien diferenciada de nogal (*Juglans regia*) mezclado con *Pistachia vera*, *Amygdalus*, *Malus*, *Prunus*, *Crataegus*, *Ribes* y otros muchos arbustos en el sotobosque. De acuerdo con los científicos del Instituto de Investigación del Bosque y el Nogal de Kyrgyzstan, en este ecosistema se encuentran más de 130 especies vegetales leñosas. Los bosques sirven también como hábitats de los parientes silvestres de muchas plantas cultivadas en uno de los que se suponen principales centros de origen. Estos bosques han estado sujetos a normas de protección desde 1945 pero están seriamente amenazados debido a la actual situación socioeconómica que no garantiza que se respete su estado actual. El pastoreo de ovejas y de ganado mayor y la recolección de leña no están sujetos prácticamente a ninguna limitación. La población local depende también de la henificación en partes considerables de la zona forestal. Prácticamente se aprovecha toda la cosecha de nueces lo que hace imposible la regeneración natural del nogal. Los datos sobre tributación forestal obtenidos por el Instituto confirman esta tendencia negativa. Los rodales de nogal son generalmente demasiado viejos y sufren daños de plagas y enfermedades. El aprovechamiento comercial de la madera, con frecuencia mediante empresas conjuntas, sin ningún método claro para conseguir la reproducción de la diversidad genética, representa también un gran riesgo.

Las amenazas a la diversidad genética de los bosques son similares en toda la región: el sobrepastoreo, el desmonte en gran escala y la transformación de los terrenos forestales para la agricultura, la industrialización y el saneamiento de tierras. En gran parte de Asia Central los bosques se concentran en las zonas áridas. Los bosques proporcionan valiosos pastizales y evitan el movimiento de las arenas. Las principales especies de las zonas áridas son el saxaul (*Haloxylon* spp.), los cardos (*Salsola* spp.), *Tamarix* spp. y otros arbustos. Los bosques aluviales cubren una pequeña superficie pero están representados por varias especies características (*Populus pruinosa*, *P. diversifolia*) y desempeñan importantes funciones de protección del medio natural.

El mejoramiento genético de los árboles se considera en general como parte integrante de las actividades dirigidas a la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos forestales. Los ensayos de campo realizados desde los años 1940 por el Instituto de Investigación Forestal de Uzbekistan se han centrado en los álamos, los sauces, los olmos, el nogal, el pistacho y el almendro. Varias generaciones de criadores y mejoradores de árboles han venido participando en toda la región en el desarrollo de variedades de árboles productores de nueces y frutos. Se han iniciado programas de selección y mejora genética de las principales especies de árboles forestales.

Areas inmensas, p.ej. los terrenos antes cubiertos por el mar de Aral, están es espera de programas de forestación que requieren contar con material reproductivo de alta calidad genética.

Actualmente el muy escaso nivel de financiación, la reestructuración organizativa, las limitaciones administrativas, el drenaje de personal cualificado hacia otros sectores de la economía e incluso el desorden social, impiden nuevos avances, la aplicación y la integración eficaz de los planes existentes para la conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos.

GRUPOS DE TRABAJO SOBRE BIODIVERSIDAD FORESTAL Y RECURSOS GENETICOS FORESTALES

La coordinación de las actividades sobre los recursos genéticos forestales, existente anteriormente dentro de los límites de la Unión Soviética y también los muchos contactos entre científicos y gestores forestales de la región, se terminaron bruscamente hace pocos años. Dentro del nuevo grupo de trabajo de CAN-PGR, se va a intercambiar información y experiencias de forma regular, se desarrollarán estrategias conjuntas y se pondrá en práctica un plan de trabajo con responsabilidades compartidas, en las áreas más urgentes. La primera reunión del grupo regional de trabajo se celebró en el Instituto de Investigación del Bosque y el Nogal de Bishkek, República Kyrgyz, en agosto de 1997. Fue organizado conjuntamente con el programa suizo de cooperación en favor del sector forestal de Kyrgyz.

Los participantes en la reunión recomendaron desarrollar medidas en cada uno de los países para fomentar la investigación, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad genética de los recursos forestales. Estos esfuerzos deben desarrollarse mediante una estrecha cooperación a nivel nacional de todas las instituciones y organismos involucrados. Hay que establecer lo antes posible comités nacionales de coordinación. Se compartió con otros países las experiencias de un programa completo sobre la biodiversidad de los ecosistemas forestales, ya desarrollado en Kazakstan. El grupo de trabajo discutió también y aprobó unas directrices comunes para desarrollar programas nacionales de recursos genéticos forestales.

Se analizaron las capacidades de cada país, se identificaron las necesidades comunes y se estableció una lista de especies prioritarias para la colaboración regional. Sobre esta base, el grupo de trabajo aprobó y comenzó a poner en marcha un plan de trabajo conjunto. La primera tarea común es consolidar el intercambio de información entre las cinco repúblicas y fortalecer el flujo de información con otros países, teniendo en cuenta que durante largos períodos de tiempo han estado tras una barrera política. Como primer paso, los informes nacionales presentados en la reunión, junto con resúmenes generales de los datos de mayor interés, se publicarán en las actas a principios de 1998. Las tareas del plan de trabajo incluyen también una terminología común, el desarrollo de metodologías para especies seleccionadas y una base de datos sobre recursos genéticos. El grupo de trabajo se reunirá de nuevo en septiembre de 1998. Las actividades emprendidas actualmente para ayudar a los países de Asia Central en el fortalecimiento de sus programas sobre recursos genéticos forestales son muy importantes, teniendo en cuenta los esfuerzos crecientes a nivel mundial (elaboración por la FAO de un marco coherente sobre recursos genéticos forestales, cumplimiento del Convenio sobre Diversidad Biológica, etc.).

MONOGRAFÍAS SOBRE *PARKIA BIGLOBOSA* Y *VITELLARIA PARADOXA*

La Universidad de Gales ha publicado una serie de textos completos sobre especies africanas de árboles agroforestales definidas como prioritarias para el desarrollo, por el Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales. Las monografías sobre *Balanites aegyptiaca* y *Acacia seyal* fueron publicadas en 1991 y 1993, respectivamente. Se complementan ahora con compilaciones extensas sobre *Vitellaria paradoxa* (1996) y *Parkia Biglobosa* (1997).

La *Vitellaria paradoxa* es conocida desde hace mucho tiempo como fuente de grasa vegetal, la segunda en importancia tras la palma de aceite de Africa occidental. La subsp. *paradoxa* es también un recurso importante, comercial y ruralmente pero su pleno potencial dista mucho de haberse realizado. Presente en 18 países, las poblaciones existentes continúan en esencia sin ninguna ordenación y no se ha utilizado la gran variación intraspecífica que ofrece para mejorar la cantidad y calidad de la producción.

La *Parkia biglobosa* es un árbol útil y respetado, de uso múltiple, utilizado por los agricultores en la sabana de Africa occidental como fuente de alimentos, y medicinas y para sombra además de la madera. Aunque se registra una gran variación en cuanto a productividad y calidad del producto, la variedad genética de la especie está amenazada en algunas partes de su ámbito natural, debido al desmonte de tierras para agricultura.

La síntesis de la información proporcionada por ambos documentos se pretende que sirva como base para el desarrollo y para estimular las acciones prácticas necesarias a través del extenso ámbito natural de estas especies tan útiles.

Las referencias completas son, respectivamente:

Hall, J.B., Aebischer, D.P., Tomlinson, H.F., Osei-Amaning, E. and Hindle, J.R. 1996. *Vittelaria paradoxa*: a monograph. School of Agricultural and Forest Sciences Publication Number 8, University of Wales, Bangor. 105 pp.

Hall, J.B., Tomlinson, H.JF., Ogni, P.I., Buchy, M. and Aebischer, D.P. 1997. *Parkia biglobosa*: a monograph. School of Agricultural and Forest Sciences Publication Number 9, University of Wales, Bangor. 107 pp.

BIBLIOGRAFIA RECIENTE DE INTERES[1]

(i) LIBROS, MANUALES

Center for International Forestry Research (Centro de Investigación Forestal Internacional) (CIFOR)
1996 Manual sobre frutos, semillas y brinzales forestales. CIFOR CD-ROM Publication No. 1. (E) (Biblioteca de CIFOR, P.O. Box 6596, JKPWB, Jakarta 10065, Indonesia. Precio: 15 US$)

FAO Directory of Seed Sources of the Mediterranean Conifers (Directorio de Fuentes de Semillas de
1997 Coníferas Mediterráneas). Publicación preparada por la Dirección de Investigación de Semillas de Arboles Forestales y Mejora Genética de Arboles, Turquía, en el marco de la Red de *Silva Mediterranea* sobre Selección de Rodales de Coníferas Mediterráneas para la Producción de Semilla a utilizar en Programas de Reforestación. FAO, Roma, Italia. 118 págs. (E).

Frankel, O.H.; Brown, H.D. & Burdon, J.J. The conservation of plant biodiversity. University Press,
1996 Cambridge, UK. 299 pp. (E)

Morgenstern, E.K. Geographic variation in forest trees. University of British Columbia Press, Canada.
1996 209 pp. (E). University of British Columbia Press, 6344 Memorial Road, Vancouver BC V6T 1Z2, Canada, (Fax: 1 800 668 0821)

(ii) INFORMES DE CONFERENCIAS Y TALLERES

CSIRO Envirnmental management: the role of eucalypts and other fast growing species. Proceedings of the
1996 Joint Australian/Japanese Workshop held in Australia 23-27 October 1995. Edited by K.G. Eldridge, M.P. Crowe and K.M. Old. 217 pp. (E). (CSIRO Publishing, PO Box 1139, Collingwood Vic 3066, Australia, fax +61 3 9662 7555)Breymayer, A. & Noble, R (Eds.) Biodiversity conservation in transboundary protected areas. Proceedings 1996 of an International Workshop. Bieszczady and Tatra National Parks, Poland. may 15-25, 1994. National Academy Press, Washington DC. 279 pp. (E). (National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, NW Box 285, Washington, DC 20055)

Chinese Academy of Forestry Forest Tree Improvement in the Asia-Pacific Region. Edited by Xihuan Shen.
1995 Asia-Pacific Symposium on Forest Genetic Improvement held 19-22 October 1994 in Beijing, China. 330 pp. (E). China Forestry Publishing House

---

1 - Los documentos individuales incluidos en informes o libros no se enumeran en (iii) o (iv).

- En la lista, se dan cuando es posible las direcciones de los editores o autores después de la referencia. Por favor, escribir directamente a estas direcciones, si se desea disponer de una copia de la publicación o artículo en cuestión.

- E: disponible en inglés
  F: disponible en francés
  S: disponible en español

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las
1996 Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Técnicas convencionales y biotecnológicas para la propagación de plantas de zonas áridas. Curso Taller sobre técnicas apropiadas para la propagación de especies de importancia económica para las zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe, realizado en Ciudad de México, en octubre de 1995. 347 pp. (S)

Pichot, C. (Eds.) Groupe de Recherche Agronomique Méditerranéen - Ressources génétiques forestières.
1996 Première réunion. Avignon 5-6 janvier 1996. 72 pp. (F) (INRA, Institut national de la Recherche Agronomique, Av. Vivaldi, 84000 Avignon, France)

Powell, M.H. (Ed.) *Calliandra calothyrsus* production and use: A field manual. Proceedings of a workshop
1997 held 23-27 January 1996 in Bogor, Indonesia. 62 pp. (E) (Winrock International, M38 Winrock Drive, Morrilton, AR 72110-9370, USA)

Rao, R. & Rao, A.N. (Eds.) Bamboo and rattan genetic resources and use. Proceedings of the second
1997 INBAR-IPGRI biodiversity genetic resources and conservation working group meeting, 28-30 November 1995, Indonesia, and report of the workshop meeting on rattan resources and their development in Indonesia, April 26-29, Serpong, Indonesia. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 77 pp. (E)

Southern Regional Information Exchange Group Meeting on Genetic Diversity in Commercial Forest
1997 Plantations, Clemson, S.C., USA, 18 to 20 July 1994 in Canadian Journal of Forest Research, Vol. 27, no. 3, March 1997, pp. 395-446, NCR, Ottawa, Canada.

Turok, J.; Lefèvre, F.; de Vries, S. & Tóth, B. (Eds.) *Populus nigra* network. Report of the third meeting,
1997 5-7 October 1996, Sárvár, Hungary. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 77 pp. (E)

Turok, J.; Varela, M.C. & Hansen, C. (Eds) *Quercus suber* Network. Report of the third and fourth
1997 meetings, 9-12 June 1996, Sassari, Sardinia, Italy & 20-22 February 1997, Almoraima, Spain. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy. 87 pp. (E)

Turok, J. & Koski, V. (Eds.) *Picea abies* network. Report of the second meeting. 5-7 September 1996.
1997 Hyytiälä, Finland. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy. 67 pp. (E)

Vargas, H.; Jesus, J.; Basilio Bermejo V. & Ledig, F.T. (Eds.) Menejo de resources geneticos forestales.
1997 Colegio de postgraduados. Montecillo, México y División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chipingo, México. 252 pp. (S) (Programma Forestal, Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, 56230, Mexico)

Zabala, N. (Ed.) International Workshop on *Albizia* and *Paraserianthes* species. Proceedings of a workshop
1997 held November 13-19, 1994, in Bislig, Surigao del Sur, Philippines. Forest, Farm and Community Tree Research Reports (Special Issue). Winrock International, Morrilton, Arkansas, USA. 164 pp. (E)

(iii) INFORMACION, INFORMES DE INSTITUCIONES, ASOCIACIONES, ETC.

ASEAN Forest Tree Centre Project Rooting cuttings of *Dipterocarpus alatus* Roxb. and *Shorea roxburghii*
1996 Roxb. in nonmist propagators. Information note by P. Soonhuae & S. Limpiyaprapant. 9 pp. (E) (ASEAN Forest Tree Seed Centre Project, Muak-Lek, Saraburi 18180, Thailand).

ASEAN Forest Tree Centre Project A preliminary study of rejuvenation of teak by the budding technique.
1997 Information note by P. Pianhanurak, P. Piyapan & C. Pianhanurak. 7 pp. (E)

CATIE Manejo de semillas forestales. Guia techica para el extensionista forestal. Serie técnica. Manual
1996 técnico No. 27. 54 pp. (S) (CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica).

CATIE/DFSC Guia técnica para la produccion de semilla forestal certificada y autorizada. Serie técnica.
1996 Manual técnico No. 20. 30 pp. (S)

CATIE/DFSC Sistemas de escalamiento de árboles forestales. Serie técnica. Manual técnico No. 21. 75 pp.
1996 (S)

CATIE/DFSC Biología de Semillas Forestales. Serie técnica. 32 pp. (S)
1996

CATIE/DFSC Recolección y manejo de semillas forestales antes del procesamiento. Serie Materiales de
1997 Enseñanza No. 38. 65 pp. (S)

Chua, K.; Soong, B.C. & Tan, H.T.W. The bamboos of Singapore. International Plant Genetic Resources
1997 Institute (IPGRI). 70 pp. (E)

CIFOR Criteria and indicators for assesing the sustainability of forest management: Conservation of
1997 biodiversity. Working paper No. 17. 29 pp. (E)

CIRAD Manuel des techniques d'électrophorèse isoenzymatique adaptées au Neem (*Azadiracta Indica*).
1997 Reseau International sur le Neem. 20 pp. (F)

FORTIP Domestication and breeding of Teak (*Tectona grandis* Linn. f) by Apichart Kaosa-ard. RAS/91/004
1996 Technical Document No. 4. 48 pp. (E). (UNDP/FAO Regional Project on Tree Breeding and Propagation (RAS/91/004), P.O. Box 157. 4031 College, Laguna, Phulippines).

Koski, V. ; Skroeppa, T. ; Paule, L. ; Wolf, H. & Turok, J. Technical guidelines for genetic conservation
1997 of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). International Plant Genetic Resources institute (IPGRI), Rome, Italy. 42 pp. (E)

Leadem, C. A guide to the biology and use of forest tree seeds. Land Management handbook No. 30. 20 pp.
1996 (E). (British Columbia Ministry of Forestry, Forestry Division Services Branch, Production Resources, 31 Bastion Square, Victoria BC V8W 3E7, Canada)

Smurfit Carton de Colombia Conservación *ex situ* de *Pinus ayacahuite* Ehren in Colombia. Informe de
1996 Investigación Forestal No. 175. 6 pp. (S) (Carton de Colombia S.A., Apdo. Aéreo 6574, Cali, Colombia)

Smurfit Carton en Colombia Evaluación de métodos de inoculatión e indicativos de resistencia de
1996 *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden a dos patogenos fungosos. Informe de Investigación Forestal No. 176. 11 pp. (S)

Smurfit Carton en Colombia Adelantos en la propagación vegativa de pino colombiano (*Prumnopitys* spp)
1996 por cultivo de yemas in vitro. Informe de Investigación Forestal No. 178. 12 pp. (S)

(iv) ARTICULOS SELECCIONADOS DE REVISTAS Y PERIODICOS

Agboola, D.A. Studies of the effect of seed size on germination and seedling growth of three tropical tree
1996 species. Journal of Tropical Forest Science Vol. 9 (1), 44-52. (E)

Barnett, J.P. How seed orchard culture affects seed quality. Experience with the southern pines. The
1996 Forestry Chronicle Vol. 72 (5), 469-473. (E)

Brockhaus, R. & Oetman, A. Review: Aspects of the documentation of *in situ* conservation measures of
1996 genetic resources. Plant Genetic Resources Newsletter No. 108, 1-16. (E)

Dengen, B.; Gregorius, H.R. & Scholz, F. ECO-GENE, a model for simulation on the spatial and temporal
1996 dynamics of genetic structures of tree populations. Silvae Genetica 45 (5-6),323-329.(E)

Diallo, I. ; Danthu, P.; Sambou, B.; Dione, D.; Goudiaby, A. & Poulsen, K. Effects of different
1996 pretreatments on the germination of *Faidherbia albida* (del.) A. Chav. seeds. International Tree Crops Journal Vol. 9 (1), 31-37. (E)

Doligez, A. & Joly, H.I. Genetic diversity and spatial structure witin a natural stand of a tropical forest
1997 tree species, *Carapa procera* (Meliaceae), in French Guyana. Heredity 79 (1997), 72-82. (E)

Doligez, A. & Joly, H.I. Mating system of *Carapa procera* (Meliaceae) in French Guyana tropical forest.
1997 American Journal of Botany 84 (4), 461-470. (E)

Dwivedi, N.K. ; Bhandari, D.C. & Varma, S.K. Collecting *Prosopis cineraria* (L) Mac Bride germplasm
1997 in Western India. IPGRI Newsletter for Asia, the Pacific and the Oceania. No. 22, p. 19. (E)

Edwards, D.G.W. & El-Kassaby, Y.A. The biology and management of coniferous forest seeds: Genetic
1996 perspectives. The Forestry Chronicle Vol. 72 (5), 481-484. (E)

Eibl, B.; Silva, F. & Bobadilla, A. Ficha tecnica arboles de misiones: *Cedrela fissilis* Vellozo. Fenologia
1996 semilla y fruto. Yvyraretá. Vol. 7, pp. 42. (S)

Gartland, H.M.; Vogel, H.; Bohren, A.V.; Grance, L.A. & Cabral, J. Ficha tecnica arboles de misiones:
1996 *Cedrela fissilis* Vellozo. Aspectos dendrologicos. Yvyraretá. Vol. 7, 38-41. (S)

Gry, L. Les arbres méritent aussi des graines de qualité. Forêts de France Vol. 400, 23-29. (F)
1997

Ipinza, P.R.; Gutiérrez, B.; Emhart, V. Ganancias Genéticas en el Corto Plazo. Chile Forestal, Agosto
1997 1997, 36-38. (S)

Khasa, P.D. & Dancik, B.P. Sustaining tropical forest biodiversity. Journal of Sustainable Forestry. Vol.
1997 5 (1-2), 217-235. (E)

Kimmins, J.P. Biodiversity and its relationship to ecosystem health and integrity. The Forestry Chronicle.
1997 Vol 73, (2), 229-232 (E)

Kjaer, E.D.; Sigismund, H.R. & Suangtho, V. A multivariate study on genetic variation in Teak (*Tectona*
1996 *grandis*). Silvae Genetica 45 (5-6), 361-368. (E)

McKeand, S. & Svensson, J. Loblolly Pine: Sustainable managenent of genetic resources. Journal of
1997 Forestry Vol 95 (3), 4-9. (E)

Ofori, D.A.; Newton, A.C.; Leakey, R.R.B. & Grace, J. Vegetative propagation of *Millicia excelsa* by leaf
1996 stem cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting medium. Forest Ecology and Management Vol. 84 (1-3), 39-49. (E)

Otsamo, R.; Aajers, G.; Kuusipalo, J.; Otsamo, A.; Susilo, N. & Tuomela, K. Effect of nursery practices
1996 on seed germination of selected dipterocarp species.
Journal of Tropical Forest Science Vol. 9 (1), 23-34. (E)

Philipson, J.J. Predicting cone crop potential in conifers by assessment of developing cone buds and cones.
1997 Forestry Vol. 70 (1), 87-97. (E)

Snook, L.K. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King):
1996 grounds for listing a major tropical timber species in CITES. Botanical Journal of the Linnean Society Vol. 122, 35-46. (E)

Sprich, L. Taxonomía actual y distribución natural del género *Pinus* en El Caribe. Revista Forestal
1996 Centroamericana No. 16. Año 5, 25-30. (S)

Tackaberry, R.; Brokaw, N.; Kellman, M. & Mallory, E. Estimating species richness in tropical forest:
1996 the missing species extrapolation technique. Journal of Tropical Ecology Vol. 13 (3), 449-459. (E)

Woods, P.V. & Peseta, O. Early growth of *Eucalyptus pellita* on a range of sites in Western Samoa. The
1997 Commonwealth Forestry Review Vol. 75 (4), 334-338. (E)

Wright, J.A.; Marin, A.M. & Dvorak, W.S. Conservation and use of the *Pinus chuapensis* genetic resources
1996 in Columbia. Forest Ecology and Management Vol. 88 (3), 283-289. (E)

Yanchuk, A.D. & Lester, D.T. 1996 Setting priorities for conservation of the conifer genetic resources
1996 of British Columbia. The Forestry Chronicle, Vol. 72 (4), 406-415. (E)

(v) NUEVAS DIRECCIONES DE INTERNET

Forest Genetics Journal, Página sede: http://www.sanet.sk/forgen.htm

Persona de contacto: Prof. Dr. Ladislav Paule <paule@vsld.tuzvo.sk>

D/W7203S/1/4.98/800