

## Enfoques cooperativos para el mejoramiento genético y la conservación de recursos forestales en Chile, Colombia y Costa Rica

B. Gutiérrez<sup>1\*</sup>, P. Quintero<sup>2</sup>, V. Nieto<sup>2</sup> y O. Murillo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Forestal. Casilla 109-C. Concepción. Chile

<sup>2</sup> Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Venado de Oro.

Avda. Circunvalar, 16-20. Bogotá. Colombia

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Costa Rica. 1597050 Cartago. Costa Rica

---

### Resumen

Se describen los aspectos relevantes de tres enfoques cooperativos implementados en países latinoamericanos con el propósito de desarrollar estrategias para el mejoramiento genético y la conservación de los recursos genéticos forestales. Es este sentido se consideran:

La Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal de Chile, entidad que coordina fundamentalmente los esfuerzos en mejoramiento genético de la empresa privada en *Pinus radiata* D. Don. y *Eucalyptus globulus* Labill., principales especies plantadas en este país.

La Cooperativa Colombiana de Mejoramiento Genético Forestal —COMFORE— que concentra sus actividades de mejora y conservación en cuatro especies forestales nativas de interés comercial: *Tabebuia rosea* Bertold DC., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken, *Alnus acuminata* Kunth y *Tectona grandis* Linn F., a través de la conjugación de esfuerzos de entidades tanto públicas como privadas.

La Cooperativa de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal (GENFORES), dirigida por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, cuya misión es la exploración, conservación, mejoramiento y utilización de los recursos genéticos forestales de Costa Rica. Su trabajo incluye un Programa de especies de zonas bajas (< 1.000 msnm) y otro de especies de altura (> 1.000 msnm), donde se destaca la teca (*Tectona grandis* Linn F) y la melina (*Gmelina arborea* Roxb.), junto con otras seis especies nativas de la región centroamericana.

**Palabras clave:** recursos genéticos forestales, mejoramiento genético, cooperativas.

### Abstract

#### Cooperative approaches for genetic improvement and conservation of forest resources in Chile, Colombia and Costa Rica

Having the purpose of develop strategies for the improvement and conservation of the forest genetic resources, relevant aspects of three Cooperatives implemented in Latin-American countries are described:

First, the Chilean Cooperative of Forest Genetic Improvement, the entity that coordinates mainly the efforts of private companies using the two main species planted in that country: *Pinus radiata* D. Don and *Eucalyptus globulus* Labill.

Second, The Colombian Cooperative of Forest Genetic Improvement —COMFORE— that focus its activities in the improvement and conservation of the four native species: *Tabebuia rosea* Bertold DC., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken, *Alnus acuminata* Kunth y *Tectona grandis* Linn F. with commercial purposes. This Cooperative involves both public and private institutions.

Third, The Cooperative of Conservation and Genetic Improvement (GENFORES) managed by the Instituto Tecnológico de Costa Rica. This Cooperative's mission is the exploration, conservation and improvement of the forest genetic resources of Costa Rica. Its efforts includes one Program using species of low lands (< 1.000 m.o.s.l.) and another using species of higher lands (> 1.000 m.o.s.l.) such as teak (*Tectona grandis* Linn F) and melina (*Gmelina arborea*) including also another six native species of the Centro American region.

**Key words:** forest genetic resources, genetic improvement, conservation, cooperatives.

---

\* Autor para la correspondencia: bguiterr@infor.cl

Recibido: 02-09-03; Aceptado: 20-10-03.

## Introducción

La conservación y utilización racional de los recursos genéticos forestales constituyen un importante desafío de carácter global, por cuanto conseguir un adecuado equilibrio entre la utilización y la conservación de estos recursos representa un aspecto crucial para el desarrollo (Ouedraogo, 1997). La utilización del bosque y su conservación no son actividades mutuamente excluyentes, estos dos objetivos pueden compatibilizarse a través del mejoramiento genético forestal.

Las estrategias de mejoramiento genético no sólo deben velar por obtener ganancias de corto plazo, igualmente deben asegurar y conservar una amplia variabilidad genética con el objeto de disponer de una fuente permanente de genes para satisfacer las necesidades futuras del programa de mejora (Newton *et al.*, 1993).

En este sentido, el mejorador es por esencia un conservador, pues si bien reconoce que el mejoramiento genético es una actividad que permanentemente puede agregar valor a los recursos, esta valoración progresiva sólo se verificará en la medida que disponga permanentemente de fuentes de variabilidad para incorporar al esquema de mejora y sólo de esta forma obtener ganancias genéticas progresivas en el tiempo.

Descartados los falsos argumentos que señalan enfoques dicotómicos entre conservación y mejoramiento, es fácil comprender el auge que ha mantenido el mejoramiento genético al aumentar el interés de la sociedad por conservar los recursos forestales.

A pesar de lo anterior, la implementación de adecuados programas de mejora y conservación suele ser un desafío de gran envergadura, el cual requiere disponer de importantes recursos económicos y conocimientos no siempre disponibles. En este sentido los enfoques cooperativos constituyen una instancia muy adecuada para facilitar la implementación de estos programas y obtener resultados cuyo impacto alcanza a un mayor número de actores relacionados con esta materia.

En el presente artículo se exponen antecedentes de distintos enfoques cooperativos para realizar conservación y mejoramiento genético de especies forestales. Se describen, con un enfoque de estudio de casos, de los aspectos más relevantes de las cooperativas de mejoramiento genético actualmente en operación en Chile, Colombia y Costa Rica.

## El enfoque cooperativo en el mejoramiento genético forestal

La existencia de las cooperativas de mejoramiento genético obedece a diferentes consideraciones, entre las cuales se destacan dos aspectos que resultan especialmente relevantes. El primero de ellos hace relación a la rentabilidad que representa el invertir en mejoramiento genético, mientras que el segundo se apoya en las ventajosas condiciones que representan las economías de escala al abordar el trabajo en forma conjunta.

Efectivamente, basta una pequeña ganancia en volumen para obtener incrementos significativos en la productividad de plantaciones y financiar los costos de un programa de mejoramiento.

Por otra parte, el trabajo de mejora genética es una rama de la ciencia de relativamente alta complejidad, acelerado cambio tecnológico y que exige considerables recursos económicos tanto físicos como profesionales.

No obstante lo anterior, sus resultados pueden ser transferidos a muchas empresas, lo cual permite beneficiarse en forma significativa de las economías de escala que se producen, evitando en gran medida la duplicidad de ensayos de diferente índole que tienen por objetivo estimar los valores genéticos en general.

Se ha demostrado que los programas colectivos de mejora tienen costos significativamente menores que los programas llevados a cabo en forma individual. Al trabajar con criterios, normas y especificaciones estandarizadas, se ahorra tiempo y dinero en las diferentes actividades y especialmente se logran resultados comparables y equivalentes que afectan la eficiencia y el costo de las siguientes generaciones de mejoramiento.

Ejemplos de esta forma de abordar el mejoramiento genético forestal son las diversas cooperativas existentes en países forestalmente desarrollados, entre ellas:

- Cooperative Research Centre for Sustainable Forestry Production (Australia).
- Eucalypt Breeding Cooperative (Nueva Zelandia).
- Radiata Pine Breeding Cooperative (Nueva Zelandia).
- North Caroline State University-Industry Cooperative Tree Improvement Program (Estados Unidos).
- Cooperative Forest Genetics Research Program (Estados Unidos).
- Pacific Northwest Tree Improvement Cooperative (Estados Unidos).

— Tree Genetic Engineering Research Cooperative (Estados Unidos).

Los esquemas cooperativos de mejoramiento corresponden al enfoque de los «clubs», en lo que se refiere a la forma de operar, tamaño, composición, tipo de beneficios, objetivos comunes de los socios (empresas), número de socios que eventualmente pueden participar, apropiación relativa de los resultados e igualdad de utilidad unitaria para los participantes. Estas características le confieren una alta probabilidad de éxito operativo.

De acuerdo con Delmastro y Balocchi (1997), las principales ventajas del trabajo cooperativo en mejoramiento genético se pueden resumir de la siguiente forma:

— El principio básico del mejoramiento forestal se basa en la selección de los padres, por lo tanto la intensidad de selección es un buen predictor de las expectativas de ganancia de los programas. El sostenimiento de altas intensidades de selección en el largo plazo requiere del manejo de poblaciones de mejoramiento de gran tamaño, con las implicancias de costo y recursos humanos que esto implica.

— El manejo cooperativo de la población base permite a las empresas concentrar los esfuerzos y recursos en el desarrollo y explotación de las poblaciones «ELITE» y de «PRODUCCIÓN», que son desarrolladas con objetivos específicos y para las condiciones ambientales de cada empresa.

— Las cooperativas de mejoramiento genético permiten además, el aunar esfuerzos para ejecutar proyectos de desarrollo tecnológico de interés común, tanto en el ámbito nacional como internacional. Los proyectos cooperativos presentan beneficios significativos en el costo de ejecución, además en muchos casos facilitan la postulación a fuentes de financiamiento. Estos proyectos generan tecnología que queda disponible para las empresas para su aplicación operacional.

— Otra gran ventaja de las cooperativas de mejoramiento es el nexo internacional que se genera con otras cooperativas, universidades y centros de investigación. Estos nexos permiten acceder a información, consultorías y capacitación que muchas veces no está disponible para empresas individuales.

— La participación en cooperativas permite un permanente intercambio de información técnica entre los miembros, lo que permite optimizar los programas operacionales.

— Las cooperativas facilitan el intercambio de material genético dado que existe una estandarización del valor de mejoramiento de los padres de cada programa.

## Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal de Chile

### Antecedentes generales

La Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal (CMGF), fue fundada en 1976 al amparo de la Universidad Austral de Chile, reuniendo en ese entonces a seis empresas privadas y a la Corporación Nacional Forestal como representante del sector Estatal.

Esta cooperativa surge como iniciativa de sus miembros por ejecutar acciones de interés común en el campo del mejoramiento genético forestal. Estos reconocen que sus objetivos individuales pueden desarrollarse en forma más eficiente mediante la vinculación y colaboración mutua, estableciendo además la conveniencia de insertarse en un marco universitario, por cuanto este esquema reconocido a nivel mundial, facilita la interacción con otros grupos que persiguen intereses similares.

En la actualidad está constituida por 11 miembros, que incluyen una Universidad (Universidad Austral de Chile), 2 instituciones forestales del Estado (Instituto Forestal y Corporación Nacional Forestal) y 8 empresas privadas (Ganadera y Forestal Nacional Ltda., Bosques de Chile S.A., Sociedad Forestal Millalemu S.A., Forestal Arauco S.A., Forestal Probosque Ltda., Bosques Cautín S.A., Forestal Tornagaleones S.A. y Forestal Los Lagos S.A.)

A diferencia de otras Cooperativas en el mundo, la CMGF no tiene tuición sobre los programas de mejoramiento genético de sus miembros, los cuales son de la exclusiva responsabilidad de éstos, actuando la cooperativa como un coordinador con funciones específicas acordadas previamente en sus estatutos.

Análogamente, el material genético producido por cada socio en su respectivo programa de mejora es de su propiedad exclusiva. No obstante, al interior de la CMGF existen las instancias para favorecer el intercambio de material entre socios bajo las normas que estos acuerden.

### Misión y objetivos

La CMGF tiene la misión de proveer a sus miembros la información y tecnologías que contribuyan efectiva y eficientemente a la competitividad y sustentabilidad de sus bosques a través del mejoramiento genético.

El objetivo principal de la Cooperativa es el manejo y mejoramiento de la población base de las especies forestales de interés, lo que se complementa con una función de apoyo externo a sus miembros en las materias relacionadas con la implementación y desarrollo de las estrategias de mejoramiento, ambas con la finalidad de aumentar la productividad de las futuras generaciones de plantaciones, contribuyendo a que sus miembros sean cada vez más competitivos.

Adicionalmente tiene como objetivo coordinar aquellas labores no directamente relacionadas con el manejo de las poblaciones bases de sus miembros, pero que estos en forma individual o colectiva demanden a la CMGF como acciones necesarias para implementar sus programas de mejora. En estos casos, estas actividades se catalogan como adicionales o extraordinarias, deben ser aprobadas por el directorio y representan un costo adicional que debe ser asumido por los miembros solicitantes.

### Organización y administración

Por expreso manifiesto de sus miembros, la CMGF se administra bajo un concepto de flexibilidad, con el menor costo fijo posible que satisfaga los requerimientos básicos de normalización de la población base, dentro del marco estratégico desarrollado para las especies de interés (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*). Cualquier solicitud adicional se satisface mediante subcontratos de servicios de terceros, bajo responsabilidad de la CMGF y financiado directamente por los miembros solicitantes.

La organización de la Cooperativa emula una sociedad comercial. La Junta de Socios ejerce la administración superior delegando facultades y atribuciones en un Directorio compuesto por 5 directores y 2 directores técnicos nominados por la Junta.

El Directorio somete a la Junta de Socios el Informe Anual de Actividades y Ejecución Presupuestaria. Así mismo presenta para su aprobación el Programa y Presupuesto del año siguiente.

La Cooperativa se financia con las cuotas mensuales de los miembros aprobadas por la Junta de Socios para el año. Adicionalmente se dispone de un fondo de reserva generado en ejercicios anteriores y al cual sólo se puede recurrir para las indemnizaciones del personal o para inversiones acordadas por el Directorio.

El personal de la oficina central está constituido por tres profesionales: Un Director Ejecutivo, ingeniero

forestal especializado en mejoramiento genético; Un técnico Forestal encargado del área de Operaciones y; Un estadístico encargado de los análisis genético cuantitativos de las poblaciones bases.

### Hitos en la operación de la CMGF

Inicialmente la CMGF concentró sus esfuerzos en la definición de árboles semilleros para el abastecimiento de semillas a los viveros de sus socios. Esto significó aumentar entre un 3-5% la productividad de sus plantaciones.

Posteriormente se establecieron Areas Productoras de Semilla, estimando un aumento de productividad de un 5-8% de las plantaciones realizadas con esta semilla.

Un hito relevante fue la selección de Árboles Plus para constituir los Huertos Semilleros de Clones (HSC), los que desde el año 1983 comenzaron a producir semillas con un aumento de productividad de un 10-15%. La Cooperativa actualmente maneja una base de 725 Árboles Plus de *P. radiata* y más de 330 de *E. globulus*, incorporando anualmente nuevos árboles para poder seguir mejorando en el futuro sobre una base genética amplia y diversa.

El material genético (árboles plus) que se encuentra en los Huertos Semilleros de Clones (HSC) de las empresas e instituciones miembros de la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal está siendo probado en más de 200 ensayos de progenie, tanto de polinización abierta (EPPA) como de polinización controlada (EPPC). Esta distribución permite que cada programa determine cual es el mejor material genético para cada condición de sitio.

Actualmente la mayoría de los programas están cruzando en forma controlada los mejores Árboles Plus, para obtener semillas de alto rendimiento, las que en varios casos ya supera el 30% por sobre la semilla común sin mejoramiento genético.

### Beneficios ofrecidos por la CMGF a sus miembros

Anualmente la CMGF analiza los datos de los ensayos de progenies de sus miembros, generando un Catálogo de Valores Genéticos, con el cual las empresas pueden orientar sus estrategias operacionales. Para estos efectos utiliza un programa desarrollado especialmente para este fin (BIOCAT).

Los parámetros genéticos, utilizados para la estimación del valor genético de las familias, se obtienen de un análisis combinado de todos los ensayos de la base de datos de la Cooperativa. Por lo tanto representan valores más confiables y robustos que los análisis individuales que se puedan efectuar en base a la información de cada empresa.

Adicionalmente, en el seno de la CMGF se desarrolló y administra un sistema (SISPLUS) para satisfacer las necesidades de los asociados en el manejo de la información relacionada con sus árboles *plus*, permitiendo consultar sobre un árbol en particular y obtener información actualizada de su representación en ensayos, posición en distintas opciones de rankings y valores de mejora. Este sistema está a disposición de todos sus asociados.

Sumado al análisis de información genética y administración de información, otras ventajas y oportunidades que la CMGF ofrece a sus asociados son las siguientes:

— Participación en foros técnicos. La CMGF ha organizado dos grupos de trabajo para el desarrollo de las estrategias de mejoramiento de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. En estos grupos, las empresas participan en el diseño de las estrategias y en la identificación de requerimientos comunes que pudieran ser abordados asociativamente a través de proyectos propios o con financiamiento externo.

— Acceso a economías de escala en la contratación de asesores externos y estudios específicos. La cooperativa financia asociativamente los asesores externos y los estudios que los grupos de estrategia acuerden contratar para evaluar o desarrollar aspectos específicos.

— Acceso a fondos tecnológicos «concursables». Los miembros de la CMGF pueden identificar requerimientos de desarrollo tecnológico, para abordarlos asociativamente a través de proyectos que son presentados a fondos científicos y tecnológicos del estado, los cuales contribuyen al financiamiento mediante un subsidio a su implementación. Ejemplo de proyectos vigentes desarrollados bajo este esquema son los siguientes:

- «Biología Reproductiva y Protocolos de Hibridación de *Eucalyptus*» (Subsidio FONTEC: US\$ 58.000).
- «Desarrollo e implementación de herramientas moleculares para la caracterización de material genético forestal» (Subsidio FDI-CORFO: US\$ 208.000).
- «Captura de genotipos para el desarrollo de una raza de *Eucalyptus globulus* tolerante al frío» (Subsidio FONDEF: US\$ 253.000).

— Respaldo a información técnica. La Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal es un efectivo y eficiente respaldo a toda la información técnica del programa de mejoramiento genético de la empresa.

— Ahorro de costos del programa. Los miembros de la CMGF acceden a programas asociativos (opcionalmente subsidiados) para la formación, capacitación, perfeccionamiento y desarrollo de los profesionales y personal operativo de sus programas de mejoramiento genético.

— Asesoría y Monitoreo independiente. Con el propósito de garantizar la calidad de los ensayos y la información recopilada, los miembros de la Cooperativa tienen garantizado el monitoreo independiente y permanente de la ejecución de sus actividades del programa de desarrollo genético, así como la asesoría para tales actividades.

— Asociatividad. Toda postulación de las empresas de la Cooperativa a recursos y subsidios para desarrollo tecnológico o fomento productivo cuenta con los asociados nacionales relevantes, con lo cual se fortalece la postulación y el acceso a tales recursos.

## Cooperativa Colombiana de Mejoramiento Genético Forestal (COMFORE)

### La necesidad de un esfuerzo cooperativo en pro de un objetivo común

A mediados de la década de los 90, se presentaron en Colombia significativos cambios institucionales dentro de las estancias gubernamentales, que ineludiblemente involucraron el desarrollo del sector forestal. Se crearon y reglamentaron diversos mecanismos económicos de fomento a la reforestación comercial, los cuales discriminaban positivamente a las especies nativas, en comparación con las introducidas. Ante este panorama de impulso al establecimiento de plantaciones productoras, se hizo evidente la falencia de investigación en diversos aspectos de la silvicultura de plantación para muchas especies, especialmente nativas. Bajo este panorama, resultó imposible desconocer que gran parte de las reforestaciones se realizaban con material reproductivo sin certificación, en la mayoría de los casos sin una identificación de procedencia, sin mejora genética y con poca investigación en manejo de semillas. Adicionalmente, se tenía el ejemplo exitoso de los resulta-

dos de programas de mejora adelantados en Colombia, por las grandes reforestadoras, principalmente con especies introducidas de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. Con base en lo anterior y reconociendo los elevados costos y el largo periodo de financiación que demanda un programa de Mejoramiento Genético, el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como organismo financiador, y de CONIF, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, como organismo coordinador y ejecutor, impulsó en Colombia el programa INSEFOR (Investigación en Semillas de Especies Forestales Nativas) y la creación de COMFORE (Cooperativa Colombiana de Mejoramiento Genético Forestal), como mecanismos para aunar esfuerzos técnicos y económicos de los reforestadores con el gobierno, con el fin desarrollar actividades de mejoramiento y conservación de recursos genéticos forestales en Colombia.

### Creación de COMFORE

En respuesta a este estímulo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, las entidades y personas relacionadas con el sector forestal consientes de la necesidad, beneficios y la elevada y prolongada inversión económica que demanda un programa de mejora forestal al ser asumido individualmente, reaccionan y se integran en agosto de 1998, oficializando mediante un acta de constitución, la creación de COMFORE. Este esquema funcionaría como un mecanismo institucional para gestionar, coordinar y desarrollar estrategias de mejora y conservación de recursos genéticos forestales, inicialmente propuestas para especies nativas de interés comercial, propiciando un «espacio en el cual se está liderando y promoviendo la investigación aplicada y económicamente productiva para lograr árboles deseables, con características superiores, para algunas de las especies nativas de mayor potencial comercial maderero, reconociendo a la vez la importancia y potencial de nuestras especies en los nuevos bosques a desarrollar» (COMFORE, 2002). COMFORE, se crea mediante la convocatoria y coordinación de CONIF, de los diferentes agentes involucrados con el sector forestal. Las actividades de la Cooperativa serán desarrolladas dentro de un esquema organizativo inmerso en la estructura de la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF» (CONIF, 1997)

### Objetivos y funciones

De esta forma, La Cooperativa, mediante el trabajo asociativo tiene como objetivo general «producir material vegetal genéticamente mejorado para aumentar la productividad de las futuras plantaciones comerciales, contribuyendo así a que sus miembros sean cada vez más competitivos y contribuyan a la conservación de los recursos genéticos forestales del país» (COMFORE, 2001).

A través de COMFORE, se desarrolla actualmente una estrategia de conservación y mejoramiento genético para cuatro especies forestales nativas de interés comercial, definidas como prioritarias para el desarrollo forestal colombiano: Roble (*Tabebuia rosea* Bertold DC.), Nogal cafetero (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken), Aliso (*Alnus acuminata* Kunth) y Teca (*Tectona Grandis* Linn F.)

Concretamente se pretende disponer de material de propagación en cantidad y calidad suficiente, contribuir a la conservación de los recursos genéticos forestales, mantener información estandarizada y actualizada de las especies de interés, normar y estandarizar los procedimientos operativos, coordinar y monitorear la investigación operativa y las actividades de campo de los planes estratégicos para las especies de interés, certificar la calidad genética del material utilizado por los socios, fomentar la transferencia de tecnología para que llegue a un mayor número de usuarios, colaborar en la obtención de licencias para proteger la propiedad del material genético mejorado y desarrollar un sistema de intercambio de germoplasma a nivel nacional e internacional.

### Estructura asociativa de la cooperativa

Los integrantes de COMFORE, están agrupados básicamente en dos categorías:

1. *Socios*: Pueden ser socios de COMFORE todos los actores vinculados al sector forestal a nivel nacional. Esta disposición fortalece su operación, permitiendo unir la experiencia existente en diversas áreas relacionadas con el uso y la conservación de los recursos genéticos forestales. Actualmente se cuenta con 29 socios, dentro de los cuales están:

- Empresas de servicios públicos: Aguas de Manizales.

- Centros de investigación, formación y universidades: Centro Nacional de Investigaciones de Café,

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas.

— Corporaciones Autónomas Regionales: de Risaralda, de Sucre, del Atlántico, de los Valles del Sinú y San Jorge, del Canal del Dique, del Cauca, del Río Grande de la Magdalena.

— Reforestadores: Grupo Kanguroid, Inversiones Planeta S.A., Julio Cesar Guerra Tulena, PIZANO, Monterrey Forestal, Reforestadora Bosques del Futuro, Reforestadora de la Costa S.A., Reforestadora Palermo, Stephan Tschampell Heisig, D'PALOS.

— Entidades del gobierno y Ministerios: Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio del Medio Ambiente.

— Empresa Nacional Minera Ltda.

— Gremios: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro de Investigaciones del Café —CENICAFE.

— Casas comercializadoras de semilla y viveristas: El Semillero, Geoambiente Ltda.

2. *Personal técnico*: El equipo de COMFORE, es liderado por un coordinador técnico, quien es un profesional vinculado al área de Semillas y Mejoramiento Genético Forestal de CONIF, elegido por la asamblea de socios, quien es el responsable de preparar el Plan Anual, en coordinación con el Plan Estratégico y el Informe Anual anterior. Asimismo, se cuenta con un asesor internacional permanente y el apoyo del Instituto Forestal de Chile (INFOR). Este esquema no limita, por el contrario coordina y estimula, la participación técnica de los socios que posean recurso humano capacitado en los diversos campos involucrados con el mejoramiento.

Existe también una modalidad de participación adicional, esta corresponde a la de aquellas entidades, que por involucrar a otros grupos o cooperativas, legalmente están impedidas de constituirse como socios de COMFORE, tal es el caso de Smurfit Cartón de Colombia, quien sin ser socio, se ha declarado colaborador incondicional de la Cooperativa.

## Estructura directiva

La estructura administrativa de COMFORE, esta compuesta por:

— Asamblea de socios: compuesta por el representante legal de cada una de las entidades asociadas. Es-

ta Asamblea se reúne una vez al año, para tratar diversos temas; principalmente el coordinador técnico presenta el informe anual de actividades, se traza el plan de trabajo anual y se compromete el financiamiento.

— Directorio: Es elegido por la Asamblea de Socios, Se compone de cuatro socios y el presidente de CONIF, quien es a la vez el presidente del directorio. El directorio sostiene reuniones cada cuatro meses, donde el Coordinador Técnico expone los avances a la fecha, y se coordinan las actividades técnicas, administrativas y contractuales pendientes.

## Financiamiento

En estas etapas iniciales de la Cooperativa, el financiamiento ha sido aportado principalmente por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Los socios no pagan una cuota de funcionamiento, aunque en el futuro este es el esquema que se pretende implementar. Actualmente, los asociados aportan en determinados proyectos recursos en especie (labores de tractoro, limpias, cuidados silviculturales, logística operativa, etc.) y algunas veces en dinero; estos aportes son cuantificados mediante un sistema de bonos, que permite valorar, en una unidad base, los aportes de los socios y medir su contribución, a fin de establecer una cuota y nivelar los aportes de todos los participantes, así como establecer la cuota de incorporación de los socios nuevos.

## ¿Qué se obtiene al ser socio de COMFORE?

«Existen unas ventajas generales para el país y para los miembros de la Cooperativa, como son algunas ganancias ambientales en la conservación y multiplicación de los recursos genéticos forestales, la motivación a desarrollar inversiones en plantaciones nuevas al esperar mayores crecimientos y todos los efectos benéficos al medio ambiente y estímulos a la industrialización que esto implicaría» (COMFORE, 2001).

Particularmente los socios reciben los siguientes beneficios (COMFORE, 2001 y CONIF, 1997): Coordinación de la formulación y desarrollo de la estrategia de mejora para las especie de su interés; Acceso a material genéticamente mejorado por la Cooperativa; Acceso prioritario a bancos de germoplasma para la obtención de material reproductivo; Asesoría técnica por parte de los especialistas nacionales e internacionales

de la Cooperativa; Información periódica del estado de avance de la estrategia de mejora; Acceso a la información, resultados y bases de datos generados de los programas de investigación de la Cooperativa; Información continua de eventos y cursos de capacitación generados por la Cooperativa o realizados a nivel nacional e internacional; Participación como miembro de la Cooperativa en visitas técnicas a otros proyectos nacionales e internacionales, y en eventos programas o días de campo para la divulgación de experiencias.

Respeto a la propiedad del material genético mejorado, y los resultados de las investigaciones asociadas al trabajo de COMFORE, el grupo posee una amplia colección de material de características cualitativamente superiores, obtenido a partir de la población base que es sometida a ensayos de evaluación en parcelas de comprobación. La conservación del material original es realizada mediante la plantación de huertos semilleros clonales. La propiedad del material es parte del capital de trabajo del grupo.

### Avances de COMFORE

Al año 2003 se cuenta con 41 árboles de *Tabebuia rosea* seleccionados y sancionados tentativamente como superiores, 45 de *Cordia alliodora*, 108 de *Tectona grandis* y 30 de *Alnus acuminata*. Se han establecido seis ensayos de progenie de *Tabebuia rosea* (septiembre de 2001), y se realizan los análisis pertinentes a 19 ensayos de *Cordia alliodora*, establecidos en 1999 por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y que han sido involucrados a COMFORE. Estos análisis pretenden determinar el verdadero valor y aporte genético de las selecciones de campo realizadas sobre la población base, para certificar su incorporación a generaciones superiores de selección. Sin embargo, y con el objeto de hacer accesible lo antes posible material de calidad superior al reforestador, se ha venido desarrollando investigaciones en micropropagación por estacas e injertos de Roble (*Tabebuia rosea*) y Nogal (*Cordia alliodora*) a través de las técnicas de cultivo de tejidos «in vitro», como herramientas para masificar ganancias genéticas en plantaciones clonales y complementar la producción de semilla genéticamente mejorada a través de huertos semilleros.

Se han establecido diversos huertos semilleros, entre ellos: Un huerto semillero clonal de producción y

otro de conservación de Roble (*Tabebuia rosea*) en la costa atlántica colombiana y un huerto semillero clonal de producción para Nogal, en el departamento de Quindío. Actualmente se realiza el manejo y las mediciones pertinentes de los ensayos de progenie y los huertos semilleros.

En el campo de la propagación «in vitro», se han desarrollado dos investigaciones complementarias con el ánimo, de estandarizar los protocolos de micropropagación para Nogal (*Cordia alliodora*) y Roble (*Tabebuia rosea*).

Dentro de las proyecciones a realizar en el 2003, está el establecimiento de un huerto semillero clonal de Teca (*Tectona grandis*) y otro de Aliso (*Alnus acuminata*) con sus respectivas pruebas de progenie. Así mismo, se establecerá un banco de conservación de Roble y se duplicará el huerto de Nogal en el departamento del Cauca. Se proyecta el inicio de los estudios de biología floral y polinización controlada para las especies Nogal (*Cordia alliodora*) y Roble (*Tabebuia rosea*), cuyos huertos semilleros a los 18 meses de establecimiento manifiestan porcentajes de floración conjunta del 70%.

A largo plazo, se pretende ampliar la población de árboles seleccionados y vincularlos con las pruebas de progenie existentes mediante el uso de «conectores» (progenies o material genético común que se repite tanto en los ensayos actuales como en los nuevos). También se pretende ampliar o generar nuevos huertos semilleros.

Los avances se informan a los socios mediante un boletín electrónico periódico y un completo informe anual. Adicionalmente, como resultado del trabajo de la Cooperativa se ha publicado una serie técnica: «Mejoramiento Genético Forestal» (1998) y una serie de documentación: «Plan Estratégico para el Mejoramiento Genético de *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea* en Colombia» (1998).

## Cooperativa de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal de Costa Rica (GENFORES)

### Antecedentes generales

En 1999 se iniciaron dos proyectos de investigación en forma conjunta entre la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Vol-

cánica Central (FUNDECOR), sobre mejoramiento y conservación genética de especies forestales; uno en las zonas altas del país, y otro en la zona norte y caribe. En los primeros 3 años se desarrolló todo un conocimiento y paquete tecnológico de mejoramiento genético y propagación vegetativa a pequeña escala, con seis especies de alto valor comercial. Con el avance de la investigación se inició su transferencia y desarrollo a mayor escala en dos empresas reforestadoras. De aquí en adelante se desarrolló un interés colectivo de otras empresas y organizaciones involucradas en reforestación, quienes solicitaron su participación en el Programa. Se propuso entonces un modelo de vinculación Universidad, Sector Productivo y Estado para lograr continuar con la investigación y desarrollo, sin dejar de atender la demanda creciente del sector productivo nacional (Figura 1). Todas las partes aportan lo que mejor saben hacer y todas las partes reciben un beneficio directo. Una vinculación que implique compromisos, disciplina de trabajo, eficiencia y rendición de cuentas de todas las partes. Cuando se logra unir estos tres elementos en un proceso de vinculación entre la Academia, el Sector Productivo y el Estado, es cuando es posible dar los saltos en ciencia, tecnología y desarrollo.

GENFORES se creó y funciona no oficialmente desde el 2001, bajo la dirección de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con un grupo de seis empresas privadas y Organizaciones No Gubernamentales (ONG's). Aunque los trabajos de mejoramiento genético con algunos de los actuales miembros se iniciaron en 1999, su creación oficial se ha pospuesto para el 2003 por la revisión de los estatutos, los cuales jurídicamente se han propuesto como un convenio, debido a su simpleza y facilidad de operación.

Al igual que en otros países con organizaciones similares, los objetivos y motivaciones de su creación se refieren a la necesidad de incrementar la productividad de las plantaciones y la competitividad del sector productivo forestal establecido en el país. El impacto de los tratados de libre comercio con países con un sector forestal desarrollado como Chile (1998), Ca-

nadá (2001) y para finales del 2003 con USA, han dejado vulnerable al incipiente sector forestal industrial de Costa Rica.

El sector forestal costarricense está compuesto por empresas extranjeras que invierten en teca y melina principalmente, empresas costarricenses que invierten en las mismas especies y en algunas nativas de importancia comercial local, y un 40% aproximadamente, de grupos organizados de pequeños y medianos reforestadores. El modelo social agrario costarricense está ampliamente desarrollado en cultivos como el café, azúcar, banano y otros, que han permitido un desarrollo sumamente importante, análogo con la reforestación comercial. La creación de GENFORES se basa entonces en esta misma estructura y en la actualidad está constituida por 10 miembros que incluyen: al Instituto Tecnológico de Costa Rica (dirección ejecutiva y científica), cinco empresas privadas (Grupo Los Nacientes, ECOdirecta, EXPOMADERAS, BARCA S.A. y Plywood Costarricense) y cuatro ONG's (Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central, Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, Compañía Nacional de Fuerza y Luz, Cooperativa Agrícola e Industrial de Pérez Zeledón).

## Misión y objetivos

La misión de GENFORES es la exploración, conservación, mejoramiento y utilización de los recursos genéticos forestales de Costa Rica. Pero, a pesar de que es claro el rol del Estado en este tipo de organizaciones, en el caso costarricense no se ha logrado su participación directa en GENFORES, sino a través de pagos directos a la cooperativa para lograr expandir el Programa de Mejoramiento Genético Nacional a otras regiones geográficas de interés del Estado.

El objetivo principal es el de desarrollar un programa de conservación y mejoramiento genético para cada uno de las organizaciones miembro, diseñado para sus especies, objetivos de producción (plantaciones puras, sistemas agroforestales, etc.), condiciones climatológicas y de sitio en la medida de sus posibilidades. Como objetivos específicos están:

- Disminuir los costos y mejorar la productividad y calidad de las plantaciones forestales y la materia prima, de las organizaciones miembro.
- Reducir a través de la cooperación de sus miembros, los costos de investigación, capacitación, adecuación y transferencia de tecnología.

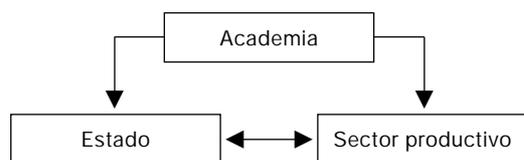
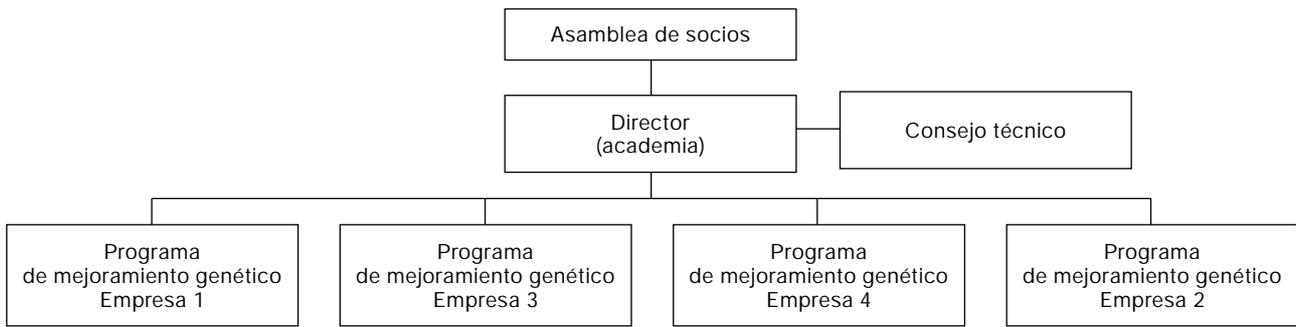


Figura 1. Modelo de interacción de GENFORES.



**Figura 2.** Organigrama de funcionamiento de GENFORES.

c) Mejorar la labor académica del ITCR a través de su vinculación directa con las necesidades del sector productivo forestal.

d) Contribuir a la creación y mejoramiento de las condiciones para la atracción de inversión hacia el sector forestal.

e) Contribuir a mejorar la competitividad del sector forestal costarricense.

### Organización y administración

En la figura 2 se muestra el organigrama de funcionamiento de GENFORES. La Asamblea de Socios es el órgano máximo y está conformado por los representantes legales de cada una de las organizaciones miembro. Se reúne 1 ó 2 veces al año para la aprobación del presupuesto anual y directrices generales de funcionamiento.

El director de GENFORES somete a conocimiento de la Asamblea de Socios el presupuesto y plan anual de operaciones. El Consejo Técnico está conformado por todos los técnicos de cada organización miembro responsables de ejecutar el Programa de Mejoramiento Genético y se reúne cada tres a cuatro meses. El director es un Ingeniero Forestal especialista en mejoramiento genético, que aporta el ITCR. El programa de mejoramiento genético forestal de cada organización miembro es desarrollado en su totalidad por sus propios técnicos, asesorados y dirigidos por el cuerpo técnico de GENFORES. Este cuerpo técnico está conformado por el director, dos asistentes de campo y manejo de la base de datos, más un biotecnólogo que labora en el laboratorio de biología molecular. Para cada organización se elabora un Plan Maestro de Mejoramiento Genético, así como Planes Anuales Operativos. El cuerpo técnico de GENFORES visita entre una y dos veces por mes a cada una de las organizaciones miembro, para asesorar y auditar el estado de avance del Programa.

Los diseños de los ensayos genéticos y silviculturales son elaborados por el personal técnico de GENFORES, al igual que el análisis e interpretación de los datos.

En el caso del modelo de cooperativa desarrollado en Costa Rica, es muy importante el mejoramiento del paquete tecnológico de reforestación completo. El enfoque de mejoramiento se ha basado y dirigido hacia reforestación clonal apoyado en silvicultura intensiva. Costa Rica es un país con muy poca área disponible para la reforestación y presenta una alta presión por el uso de la tierra por otros cultivos de exportación alternativos. Por lo tanto, el modelo de reforestación es basado en silvicultura intensiva, e implica el desarrollo de un apoyo al sector productivo en estos mismos términos.

Para la manutención de GENFORES y su cuerpo técnico, los fondos provienen de tres fuentes:

1. Aportes del ITCR (Universidad) en salarios del director de GENFORES y varios asistentes, así como de infraestructura de investigación y desarrollo.

2. Fondos que consiguen los investigadores del ITCR (universidad) a través de iniciativas formales de investigación.

3. Fondos mensuales que aportan como cuota cada uno de los miembros. Estos fondos los administra la Fundación Tecnológica (del ITCR), que facilita sus manejos y rápida utilización.

Las políticas de ingreso y permanencia básicas son las siguientes:

- a) Cualquier organización, empresa o institución del sector productivo forestal costarricense puede llegar a ser miembro de GENFORES, siempre y cuando haya sido aceptada su solicitud por la Asamblea de Socios. Deberá demostrar que cuenta con personal técnico, debidamente capacitado en ciencias forestales, quienes asumirán la responsabilidad técnica del programa de mejoramiento genético de su organización. Aquellas organizaciones que planten menos de 50 ha/año o que planifiquen establecer toda su área en dos a tres

años, se les recomienda comprar el material genético a las organizaciones activas de GENFORES.

b) Las organizaciones miembro se comprometerán a cumplir y respetar las normas de ingreso y de permanencia aprobadas por todos sus socios.

c) Las organizaciones miembro aportarán mensualmente la cuota aprobada por la Asamblea de Socios.

d) El material genético de cada una de las organizaciones miembro formará parte de una base genética colectiva que podrá ser compartida, en su primera generación de mejoramiento. El material genético desarrollado por cada organización miembro es de su propiedad exclusiva. Sin embargo todos los socios que han acordado participar en GENFORES, han aprobado permitir un intercambio del material genético, con base en un principio de reciprocidad y precio menor entre los socios. El director de la cooperativa actúa como árbitro en caso de conflictos en el intercambio de este material genético.

### **Beneficios directos e inmediatos en las organizaciones**

a) El trabajo de vinculación desarrollado ha significado en todos los casos, el establecimiento de numerosas investigaciones cortas y aplicadas.

b) La investigación se desarrolla en buena parte, en las mismas instalaciones de las empresas, por sus propios técnicos.

c) El trabajo de los investigadores del ITCR ha sido esencialmente de diseño de la investigación, supervisión en su ejecución y apoyo en el análisis e interpretación de la información.

d) Este tipo de vinculación le está permitiendo a las empresas y organizaciones contar con material genético, que les aumentará su productividad y calidad en más de un 20% en volumen y de más de un 40% en calidad, en una primera generación de mejoramiento.

e) Les permitirá también utilizar la participación en GENFORES como elemento de imagen y propaganda de los bienes y servicios que ofrecen.

f) Les permite delegar costos de investigación y desarrollo en una academia de prestigio que conoce y maneja apropiadamente el tema.

g) Los costos de investigación y desarrollo globales disminuyen considerablemente al realizarse y financiarse entre todos los miembros.

h) El ITCR logra retroalimentarse de primera mano de las necesidades del sector forestal. Muchos de sus egresados, estudiantes y practicantes logran una mayor posibilidad de colocación laboral.

i) El sector productivo, poco a poco, empieza a financiar una parte sustancial de la investigación y desarrollo que se realiza en la academia.

El Instituto Tecnológico de Costa Rica cuenta con tres centros de investigaciones para el apoyo de GENFORES (Centro de Investigaciones en Biotecnología (CIB); Centro de Investigaciones en Integración Bosque Industria (CIIBI), y Centro Investigaciones para el Desarrollo de la Agricultura del Trópico Húmedo (CIDATH)), así como de dos estaciones de campo con viveros, invernaderos, laboratorios, jardines clonales, dos huertos semilleros, y personal de campo.

### **Resultados y avances en los programas de mejoramiento genético de GENFORES en Costa Rica**

A la fecha se han establecido dos huertos semilleros, dos rodales semilleros y 26 ha de ensayos de progenie con 10 especies diferentes. Todas las organizaciones miembro cuentan con, o están estableciendo, sus propios jardines clonales, invernaderos y huertos semilleros. El Grupo Los Nacientes Forestal es la primera empresa que ya planta exclusivamente con sus clones de melina y tiene su huerto semillero en producción comercial.

El programa de mejoramiento de teca cuenta con cerca de 185 árboles plus, el 60% de ellos está establecido en los jardines clonales. El Programa de mejoramiento con melina cuenta con 70 árboles plus, 54 de ellos establecidos en los jardines clonales. El Programa de especies nativas cuenta con 231 árboles plus (seleccionados en plantación) y 105 clones de árboles semilleros (seleccionados en rodales naturales) de siete especies diferentes: *Alnus acuminata* Kunth, *Hieronyma alchorneoides* Fr. Allem (Pilon), *Vochysia guatemalensis* Donn. Smith, *Terminalia amazonia* (Gmel.) Exell, *Dipteryx panamensis* (Pitt) Record & Mell., *Ulmus mexicana* (Liebm.) Planch. y *Vochysia ferruginea* Mart.

Se han establecido tres colecciones de conservación genética *ex situ* de procedencias de *Hieronyma alchorneoides* y *Dipteryx panamensis*. En el ITCR se cuenta con jardines clonales de investigación a escala comercial en tres modalidades: en suelo, en potes y en sistemas hidropónicos. Los resultados de las investigaciones se transfieren directamente a todas las organizaciones miembro a través de días de campo y cursos cortos intensivos.

Se desarrollan en la actualidad los siguientes proyectos de investigación:

a) Programa de Conservación y Mejoramiento Genético de especies forestales para la zona norte y ca-

ribe de Costa Rica. Desde 2000, con fondos del ITCR y de FUNDECOR.

b) Programa de Conservación y Mejoramiento Genético de especies forestales de zonas altas de Costa Rica. Desde 1999, con fondos del ITCR y de FUNDECOR.

c) Mejoramiento Genético Asistido por Marcadores Genéticos. En alianza con la Universidad de Costa Rica y financiado por la FUNDACIÓN CR-USA desde 2003.

## Conclusiones

El enfoque cooperativo para enfrentar programas de mejoramiento genético y conservación de recursos forestales ha demostrado ser exitoso y eficiente. Existen numerosas experiencias a nivel mundial, especialmente en países forestalmente desarrollados, que confirman esta premisa.

Particularmente, en países de escasos o limitados recursos económicos, estos se pueden optimizar al enfrentar las actividades de mejoramiento y conservación genética forestal mediante la acción conjunta de diversos actores, organizados bajo esquemas cooperativos, que permitan alcanzar objetivos comunes e implementar actividades que de otra forma resultarían de muy alto costo para emprenderlas en forma individual.

Esta forma de asociación demanda mayor disciplina de trabajo interinstitucional, coordinación, conciliación y planeación, sin embargo, este esfuerzo se compensa con la generación de resultados que pueden ser muy satisfactorios al momento de evaluar los objetivos propuestos, y que se manifiesta básicamente en ganancias en producción generadas a un menor costo individual.

Existen enfoques cooperativos de estructura diferente, que son ejemplos exitosos en el desarrollo de actividades de mejora y conservaciones de recursos genéticos forestales en Latinoamérica, como es el caso ya avanzado de la cooperativa de mejoramiento genético de Chile, que sobrepasó los 26 años de experiencia trabajando con especies exóticas de rápido crecimiento, reuniendo a un grupo muy homogéneo de empresas e instituciones, concentrando su operación en aspectos específicos de los programas de mejoramiento genético de sus socios, particularmente en el manejo y evaluación de sus poblaciones bases. La nueva cooperativa creada hace dos años en Costa Rica, con una fuerte orientación a la reforestación clonal y silvicultura intensiva. Y el caso del modelo cooperativo colombiano que involucra en su trabajo principalmente especies nativas de bosques tropicales.

De los tres modelos expuestos, el colombiano es el que cuenta con mayor apoyo institucional y estatal, reu-

niendo a un grupo de asociados de muy distinta naturaleza. Este enfoque, junto al de la cooperativa costarricense, generan un beneficio adicional, representado en la conservación de germoplasma de especies forestales tropicales, pues la alta intensidad de uso que enfrentan genera el riesgo real de perder parte importante de su diversidad genética. En consecuencia, es en este escenario donde las actividades de conservación de recursos genéticos se convierten en una tarea inmediata, pues la presión sobre el bosque muchas veces es tan alta, que arrasa con frecuencias alélicas deseables y que en ausencia de este tipo de acciones se perderían para siempre para servir al hombre y la naturaleza.

Puede observarse que el común denominador de los tres modelos examinados es la vinculación entre la Academia (Universidades), el sector productivo y el Estado. El modelo costarricense es el más débil en cuanto a la participación estatal, mientras que el caso de Colombia es el que presenta la mayor participación institucional. El otro eje importante de analizar es el modo de financiamiento. El modelo chileno y costarricense se autofinancia casi en un 100% con los aportes de las organizaciones miembro. Mientras que de los tres modelos expuestos, el colombiano es el que cuenta con mayor apoyo económico estatal, aunque plantea su dirección hacia un sistema similar al de los otros dos países.

## Agradecimientos

Los autores manifiestan su agradecimiento al Sr. Fernando Droppelmann F., Director de la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal (Chile) por la información aportada respecto a su institución.

## Referencias bibliográficas

- COMFORE, 2002. Boletín COMFORE. Vol. 1, 1-6.
- COMFORE, 2001. Estatutos. CONIF. 5 pp.
- CONIF, 1997. Cooperativa de Recursos Genéticos: Documento base para la conformación de la Cooperativa dentro del proyecto INSEFOR (Documento de trabajo). CONIF, 47 pp.
- DELMASTRO R., BALOCCHI C., 1997. Principales ventajas del trabajo cooperativo: Anexo 2, Documento de trabajo para reunión de ejecutivos de empresas e instituciones asociadas a la Cooperativa de Mejoramiento Genético. Santiago - Chile, 5 de marzo de 1998.
- NEWTON A., CORNELIUS J., COREEA E., 1994. Sustainable management and conservation of forest genetic resources in Central America. 18 p.
- OUÉDRAOGO A., 1997. La Conservación y Utilización de los Recursos Genéticos Forestales. XI Congreso Forestal Mundial. Antalya, Turquía, 13 a 22 de Octubre de 1997.