

# **EI ESTADO ACTUAL DE LAS PLANTACIONES FORESTALES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE Y EXAMEN DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL MEJORAMIENTO GENETICO<sup>1</sup>**

Christel Palmberg-Lerche  
Jefe

J. B. Ball  
Oficial Principal Forestal  
(Plantaciones y Protección)

Servicio de Desarrollo de los Recursos Forestales  
Dirección de Recursos Forestales  
Departamento de Montes  
FAO, Roma (Italia)

## **RESUMEN**

Esta ponencia hace un examen del estado actual de las plantaciones forestales en países de América Latina y del Caribe, basado en información que actualmente se obtiene por medio del Programa de Evaluación Mundial de los Recursos Forestales (FRA) y del estudio sobre la Evaluación de los Recursos Forestales Año 2000. También analiza el tipo y la confiabilidad de la información disponible y las tendencias en los países tropicales y templados de la Región. Además, esta ponencia examina el papel de las tecnologías tradicionales y de las avanzadas en mejoramiento genético de árboles, dentro del marco de la necesidad de mejorar la calidad y aumentar la producción de una serie de bienes y servicios ambientales que se pueden obtener mediante actividades relacionadas con el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, asegurándose al mismo tiempo la conservación de la variación genética necesaria, en vista del cambio constante de las condiciones ambientales y de las nuevas y frecuentemente imprevistas demandas de la sociedad. El documento recalca que las estrategias de plantaciones forestales y mejoramiento genético deben formar parte integral de todo proceso de ordenación forestal bien concebido. Para obtener buenos resultados, las actividades correspondientes deben estar apoyadas por políticas adecuadas que tengan en cuenta las necesidades de una serie de usuarios, y que estén respaldadas por un marco institucional bien establecido, además de estar basadas en prácticas científicas y técnicas reconocidas, que consideren los beneficios de corto y mediano plazo, así como la estabilidad del programa en el largo plazo.

## **PRESENT STATUS OF FOREST PLANTATIONS IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN AND REVIEW OF RELATED ACTIVITIES IN TREE IMPROVEMENT**

### **SUMMARY**

The paper reviews present status of forest plantations in countries in Latin America and the Caribbean in the light of information being collected within the framework of the Global Forest Resources Assessment Programme (FRA) and the on-going FRA2000 study. It discusses the type and reliability of available information and analyses trends in the tropical and temperate zone countries in the region. The place and role of traditional and advanced technologies of tree improvement and breeding are examined in the light of the need to improve quality and increase production of a range of goods and environmental services which can be derived from forest plantations and tree planting activities, while at the same time ensuring the conservation of the genetic variation necessary in the light of constantly changing environmental conditions and new and often unforeseen demands of society. The paper underlines that forest plantation and tree improvement strategies must form an integral part of sound forest management. To be successful, activities must be supported by adequate policies which consider the needs of a range of stakeholders, underpinned by a solid institutional framework and based on scientifically and technically sound practices which consider short and medium-term benefits as well as long-term stability of action.

---

<sup>1</sup> Trabajo ipreparado como expositor invitado para la sesión. "Establecimiento, Manejo y Protección de las Plantaciones". Primer Congreso Latinoamericano IUFRO/FAO: *El Manejo Sustentable de los Recursos Forestales, Desafío del Siglo XXI*. Valdivia, Chile 22-28 noviembre 1998. (Disponible en Español, Inglés).

## 1. LAS PLANTACIONES FORESTALES

### 1.1 El recurso de plantaciones forestales – estimaciones y confiabilidad

La plantación de árboles tiene una importancia creciente para satisfacer las necesidades de madera y productos de madera de la población mundial en constante crecimiento, y para mejorar los niveles de vida, como asimismo para contrarrestar la menor disponibilidad de madera y otros productos forestales provenientes de los bosques naturales. También se necesitan plantaciones en los casos en que se desea rehabilitar zonas despojadas de vegetación arbórea, como páramos afectados por la salinidad, y donde se necesita la regeneración rápida de la cubierta vegetal como, por ejemplo, en el caso de la protección de cuencas, represas y canales, o la estabilización de laderas o arenas móviles.

Por lo tanto, el recurso mundial de bosques artificiales ha seguido aumentando en años recientes, siguiendo la tendencia de las últimas dos décadas. Por las razones que se exponen más adelante, no existe una cifra global precisa de las zonas plantadas, pero ya en 1995 había probablemente más de 110 millones ha de plantaciones forestales en el mundo, cifra que ha seguido creciendo a medida que los planificadores y quienes elaboran las políticas reaccionan ante la creciente escasez de oferta de madera de los bosques naturales.

Las estimaciones de las áreas de plantaciones forestales en el mundo son imprecisas por varias razones. La primera es que los bosques de especies nativas en varios países desarrollados de las zonas templadas y boreales se regeneran en gran parte naturalmente, y no se pueden distinguir las zonas en las que se han efectuado plantaciones artificiales complementarias. Una estimación aproximada de las superficies plantadas en países desarrollados era de 60 millones ha, de las cuales una superficie de unos 15 millones ha en los países europeos (1997) podía identificarse claramente como “bosques de especies introducidas o domésticas manejados intensivamente, generalmente con un objetivo primario de máxima producción de madera” (Anón. 1998a) creados artificialmente. Había zonas significativas de plantaciones forestales en Nueva Zelanda (1.54 millones ha en 1996, 85% de las cuales eran de *Pinus radiata*) (Anón. 1996a) y Australia (1.04 millones ha en 1994, 85% de las cuales eran de especies de árboles de coníferas, especialmente *P. radiata*, y las especies de latifoliadas eran casi todas eucalipto) (Anón. 1997a). Las plantaciones forestales son, por lo tanto, una parte integral del manejo de bosques en éstos y en muchos otros países.

La distinción entre bosques naturales y plantaciones forestales es más clara en otros países no industrializados, donde la composición de los bosques naturales y las plantaciones forestales suelen diferir de manera decisiva. En el Cuadro 1 aparecen los totales regionales derivados de una revisión reciente de la información publicada por países individuales realizada por la FAO (FAO 1998a).

La segunda razón para la falta de precisión en las cifras de superficies plantadas se menciona en la nota 2 del cuadro que sigue. Las cifras sobre superficies plantadas reportadas por países suelen no tener en cuenta las pérdidas después de la plantación, o debidas a incendios o pestes, o incluyen la replantación de áreas que ya han sido registradas antes, incluso hasta dos o más veces anteriormente. Esto sólo se hace evidente cuando los países efectúan encuestas o inventarios periódicos, si es que los hacen, de sus plantaciones, y corrigen las cifras. Pero en la evaluación de plantaciones de bosques tropicales efectuada en 1990 (FAO 1995b), por ejemplo, sólo 18 países habían efectuado en el pasado reciente inventarios de plantaciones forestales que abarcaban apenas el 22% del total de las zonas plantadas reportadas en esa época. La situación era algo mejor en América Latina y el Caribe, ya que cinco países habían efectuado inventarios que cubrían alrededor del 42% de las zonas de plantación reportadas para la Región. La información que aparece en el Cuadro 1 está basada en las mejores fuentes disponibles al momento de redactar este informe, pero a veces los datos, por ejemplo sobre el sector privado o las plantaciones en pequeña escala establecidas por “cultivadores externos”, quedan fuera del conocimiento de la agencia que informa (generalmente el Servicio Forestal Nacional), y se omite inadvertidamente.

Cuadro 1. Superficies de Plantaciones Forestales Reportadas en Países en Desarrollo, 1995 (1,000 ha)<sup>2</sup>

<u>Región</u>	<u>Superficies Reportadas</u>			<u>Superficies Netas Estimadas</u>	<u>Tasa Anual Reportada</u>
	<u>Industrial</u>	<u>No industrial</u>	<u>Total</u>		
Africa	3 787	3 025	6 812	5 861	288
Asia-Pacífico	31 781	2 1216	5 2997	40 471	2 330
América Latina	7 826	2 134	9 960	8 898	401
Total	43 394	26 375	69 769	55 230	3 019

Al considerar la propiedad del recurso de plantaciones forestales en América Latina y el Caribe, hay que recalcar que en muchos países de esta Región con grandes superficies de plantaciones forestales, la propiedad de los recursos de plantaciones pertenece al sector privado más bien que al sector público. Por lo tanto, el mercado para la madera de plantaciones y para el crecimiento del programa de plantaciones industriales en esos países ha sido menos influenciado por la presencia del gobierno como administrador de las plantaciones, pero de todas maneras ha sido afectado fuertemente por los incentivos ofrecidos por los gobiernos. Varios países, entre los cuales se encuentran Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, han estado ofreciendo incentivos para que se establezcan plantaciones forestales. Estos incentivos incluyen subsidios directos, deducciones de impuestos y préstamos subsidiados. Aunque a veces estos subsidios han estado mal dirigidos y controlados, ellos han tenido como resultado una gran expansión de la superficie de plantaciones forestales en los países respectivos, y han estimulado el interés en la reproducción de árboles.

## **1.2 Composición por especies<sup>3</sup>**

De las cifras entregadas, se calcula que el 57% de la superficie de plantaciones forestales en países en desarrollo está constituida por especies no coníferas, y el 63% se estableció con fines industriales (las cifras correspondientes para América Latina y el Caribe son 56% y 79%, respectivamente). Casi las tres cuartas partes de estas plantaciones corresponden a la región de Asia-Pacífico, donde predominan la China (21 millones ha) y la India (20 millones ha), mientras que 15% estaban en América Latina y 10% en África. La tasa anual de reforestación para rollizos y leña para uso industrial en los países en desarrollo fue de unos 3 millones de ha/año en 1995.

No siempre se pudieron separar de los informes las superficies establecidas para rollizos industriales o para leña; el eucalipto, por ejemplo, se ha establecido para pulpa y, en menor grado, para madera para aserraderos en varios países, tales como Brasil, Chile y Uruguay, mientras que se han establecido grandes superficies para leña para uso industrial en Brasil y para leña para uso doméstico en varios países.

---

### <sup>2</sup> Notas al Cuadro 1:

- (i) Las cifras se refieren a las plantaciones forestales establecidas para abastecimiento de madera (rollizos industriales y madera no industrial, principalmente leña). Las especies “no forestales” como el caucho no están incluidas, pero su contribución al abastecimiento de madera se examina más adelante
- (ii) Las cifras de 1995 incorporan nuevos inventarios nuevos más fidedignos de plantaciones forestales efectuadas en algunos países como Brasil e Indonesia, que han reducido las estimaciones de 1990.
- (iii) “Superficies Reportadas” se refiere a superficies brutas obtenidas de varias fuentes publicadas. Las “Superficies Netas Estimadas” se obtienen de las “Superficies Reportadas” aplicando coeficientes de reducción para tomar en cuenta la baja supervivencia y otras pérdidas, basadas en resultados de inventarios cuando se disponía de ellos y en opiniones de expertos cuando no se disponía.

<sup>3</sup> La fuente de las cifras señaladas en esta sección, salvo indicación contraria, es FAO (1998a).

El eucalipto cubre la mayor superficie total de plantaciones de madera dura plantadas para uso industrial (30% de la superficie de madera dura, o casi 10 millones ha), seguido de la acacia (3.9 millones ha o alrededor del 12% de la superficie de madera dura) y la teca (7%).

La composición de los principales géneros y especies cultivados en las plantaciones forestales de América Latina en 1995 se estimó como sigue:

<u>Especie</u>	<u>Superficie (1 000 ha)</u>
Eucalipto	3 981
Pinos de crecimiento rápido	3 745
Otras latifoliadas	754
Otras coníferas	214
<i>Gmelina arborea</i>	145
<i>Terminalia</i> spp.	27
Teca	26*
Caoba	6
Total	8 898

\* Plantaciones posteriores y la revisión de las cifras de superficies han aumentado esta cifra (ver más adelante).

Los eucaliptos (casi 4 millones ha reportadas) y los pinos (3.7 millones ha de pinos de crecimiento rápido reportadas) eran los dos géneros principales establecidos en América Latina hasta 1995. No existen estimaciones confiables de cuánta de esta superficie estaba dedicada a distintos usos, tales como madera para aserraderos, para pulpa o (en el caso del eucalipto) para leña. No es sorprendente que las especies de estos dos géneros hayan sido objeto de programas de selección y reproducción para obtener madera para aserradero y para pulpa, por ejemplo en Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Uruguay y Venezuela.

Por muchos años se han cultivado plantaciones de rotación corta de coníferas para varios propósitos, tales como pulpa y leña para el sector privado, pero anteriormente había habido poco interés en establecer plantaciones de teca, caoba y otras especies valiosas de madera dura debido a sus largas rotaciones y los consiguientes retrasos en los retornos, agravados en el caso de la caoba por problemas de pestes (ver, por ej., FAO 1997a). Pero la perspectiva de menores suministros de trozas de maderas duras de alta calidad de bosques naturales, combinada con un poder comprador en aumento y mayores precios esperados, está conduciendo a un aumento del interés en la inversión en especies valiosas de madera dura, especialmente teca, en varios países asiáticos, como India y Malasia, así como en América Latina (especialmente Costa Rica, Panamá y Trinidad, pero también Brasil) y en África (especialmente Gana). Cifras recientes para Centroamérica (de Camino y Alfaro 1998) citan 43 000 ha en 1997 para la subregión, 60% de las cuales se encontraban en Costa Rica y 30% en Panamá. De las maderas duras valiosas, la teca atraerá un interés creciente de parte de los inversionistas, especialmente cuando su plantación va apoyada por esquemas de incentivos dirigidos a inversionistas nacionales e internacionales, como sucede en Costa Rica. La teca será objeto de programas de mejoramiento genético de árboles, especialmente para mejorar la forma y la circularidad del fuste (reducción de protuberancias).

El potencial de otros dos géneros, los álamos y los sauces, para uso industrial está despertando interés. Existe una larga tradición de cultivo de álamos y sauces en Argentina, donde se ha informado que en 1995 había 70 000 álamos y 51 000 sauces que contribuyeron con 526 000 m<sup>3</sup> y 193 000 m<sup>3</sup> anuales, respectivamente, de madera industrial. Entre 80 y 90% del volumen anual de sauces producido se usó para la producción de pulpa (Arreghini y Cerillo 1996). Chile tiene una superficie de 10 000 ha de álamos, con 8 000 ha adicionales de cortavientos. Este país tiene previsto ampliar la superficie de álamos a 100 000 ha en 20 años, como parte de su "Programa de Diversificación Forestal", cuyo objetivo es reducir la proporción de plantaciones establecidas como de una sola

especie. Brasil y Uruguay tienen potencialidad para el cultivo de álamos en sus regiones templadas y subtropicales; mientras que Uruguay, a pesar de tener actualmente sólo una superficie pequeña de álamos (4 500 ha), está promoviendo el establecimiento de álamos y sauces mediante legislación<sup>4</sup>. En algunos países, tales como Argentina y Chile, los álamos y los sauces seguirán siendo objeto de programas de mejoramiento genético intensivo de árboles para mejorar su rendimiento.

Los pinos de crecimiento rápido, como *Pinus radiata*, *P. patula*, *P. caribea*, abarcan el 25% de la superficie de maderas blandas cultivadas para uso industrial en el mundo, mientras que los pinos de crecimiento más lento (*por ej.*, *P. kesiya*, *P. massoniana*, *P. merkusii*, *P. roxburghii*, *P. halepensis*, *P. pinaster* y *P. wallichiana*) constituyen alrededor del 36%.

Durante los últimos cinco años ha continuado la tendencia hacia la utilización de madera y fibra de especies como el árbol del caucho, el cocotero y la palma aceitera, que tradicionalmente no se consideran "cultivos forestales". Se estima que en 1997 en Sudamérica había 238 000 ha de plantaciones de caucho (*Hevea*), 269 000 ha de cocotero y 265 000 ha de palma aceitera. No toda esta superficie está disponible para la producción de madera o fibra, pero las tres especies proporcionan materia prima para productos industriales de una manera más propicia para la conservación ambiental que la práctica anterior de eliminarlas quemándolas; los fustes de árboles de caucho y de cocotero provienen de la conversión de plantaciones antiguas, mientras que el residuo del fruto de la palma aceitera se usa para tableros de fibra de densidad media. Se dice que el árbol del caucho se usa en la fabricación de alrededor del 80% de los muebles en Malasia, y el cocotero, la palma aceitera y las ramas del árbol del caucho se usan para diversas formas de madera reconstituida (ver, *por ej.*, Anón. 1990, FAO 1993c). De hecho, la madera del árbol del caucho se ha vuelto tan valiosa, que ahora el Instituto de Investigación del Caucho de Malasia está cultivando clones de doble propósito (látex/madera), los que recientemente han sido entregados para su plantación comercial (Ahmad y Ghani 1997).

### **1.3 Los posibles aportes al abastecimiento de madera de las plantaciones forestales manejadas en forma sostenible**

Se ha producido un aumento continuo en las superficies de plantaciones forestales establecidas para abastecer la madera industrial necesaria para enfrentar la reducción del rendimiento previsto de los bosques naturales debido a la deforestación (especialmente en los trópicos y subtropicos) o la suspensión del abastecimiento proveniente de los bosques naturales porque éstos se han destinado a cumplir funciones de servicio, tales como la conservación biológica o de la naturaleza (mayormente en los países templados).

Se han establecido más de 25 000 ha de plantaciones de álamo híbrido de alto rendimiento en el noroeste de los Estados Unidos de América entre 1992 y 1997, por ejemplo, en respuesta tanto a la demanda creciente por madera de álamo para tableros de fibra orientada (OSB) como a la menor oferta de los bosques públicos (Anón. 1996b).

No se dispone de una estimación global de la producción actual de madera de las plantaciones forestales, pero el Estudio Mundial de la FAO sobre suministro de Fibras (EMFSF) estimó que el crecimiento potencial anual de las plantaciones forestales industriales en los países en desarrollo constituyó alrededor del 5% del incremento de los bosques naturales en 1995 (FAO 1998b). En algunos países, la producción de las plantaciones ya constituye una proporción significativa del abastecimiento de madera industrial. Por ejemplo, el 99% de los rollizos de Nueva Zelanda en 1997 se obtuvo de plantaciones; las cifras correspondientes fueron de 96% en Zimbabwe, 84% en Chile, 52% en Brasil y 50% en Zambia.

La estimación del futuro aporte de las plantaciones forestales al abastecimiento de madera es imprecisa y está basada en suposiciones más o menos confiables, especialmente en cuanto a la tasa a la que continuará la reforestación. Para el año 2010, el EMFSF (*op. cit.*) estima que el incremento

---

<sup>4</sup> Cerillo, T. (1998). *Comun. pers.*

potencial de las plantaciones forestales sería del 40% del de los bosques naturales de Asia, Oceanía y América Latina, y alrededor del 15% de África, con tasas de deforestación y reforestación bastante similares a las actuales.

Con todo, el establecimiento de plantaciones forestales y áreas reservadas, ya sea mixtas o puras, de especies locales o introducidas, debe basarse en una planificación previa cuidadosa. Esa planificación debe efectuarse dentro del marco de la planificación nacional y provincial global, y también debe, al nivel local, prestar la máxima atención a la tenencia de tierras, así como a las aspiraciones y necesidades de varios grupos de usuarios respecto a tierras y a productos (ver, *por ej.*, Kanowski 1996, Marien 1996).

Ya sea que estén dirigidas a satisfacer necesidades industriales, protectoras o ambientales, o las necesidades múltiples de las poblaciones locales, las plantaciones exigen un manejo idóneo y continuo, la seguridad de la tenencia, y un compromiso de financiamiento de largo plazo. En términos más generales, la plantación forestal sostenible también entraña la disponibilidad fácil de usuarios y/o mercados, y la capacidad de satisfacer necesidades expresas o de producir bienes específicos a precios o condiciones competitivos en los planos local, nacional y, a veces, internacional.

## **2. MEJORAMIENTO DE ARBOLES**

### **2.1 Consideraciones Generales**

La plantación de árboles ofrece una oportunidad valiosa para considerar cuidadosamente la elección de las especies que se van a usar y su procedencia. Además de ajustar las especies y procedencias a las condiciones ambientales y las exigencias del uso final, aumenta las posibilidades de mejorar gradualmente la calidad genética de las poblaciones de árboles establecidas. Mediante la cuidadosa selección de las estrategias de reproducción, es posible conservar y mejorar los recursos genéticos, con lo cual aumentan las probabilidades de enfrentar con éxito el cambio en las necesidades de las poblaciones futuras así como las exigencias ambientales (Namkoong 1986, 1996; Palmberg 1987, Palmberg-Lerche 1993a, 1998; Koshy y Namkoong 1996).

La necesidad de maximizar los retornos sobre las inversiones en plantaciones se ha intensificado en los últimos años a causa de la escasez de tierras aptas para plantar árboles en muchos países, lo que ha traído consigo el aumento del precio de la tierra. Los costos básicos para establecer plantaciones serán fundamentalmente los mismos, cualquiera que sea la calidad de las plántulas o de los injertos que se usen. Por otra parte, el uso de material seleccionado para plantar que sea de alta calidad fisiológica y genética, junto con un manejo cuidadoso, asegurará una alta supervivencia, facilitará las operaciones de cuidado, silvicultura y cultivo posteriores, y puede aumentar bastante la producción. Los avances logrados en cuanto a adaptación al lugar, rendimiento y, cuando sea aplicable, a uniformidad del material producido, pueden multiplicarse mediante mayor selección y mejoramiento genético.

Durante los últimos 30 años la inversión en programas idóneos de mejoramiento de árboles ha demostrado ser una de las actividades de plantación de árboles más eficaces en función de los costos en los países templados, con tasas internas de retorno que fluctúan entre 6 y 20%, en situaciones en que el 8% se consideraría satisfactorio (Palmberg 1993b; ver también, *por ej.*, Li et al 1998, Teissier du Cros 1998). Sobre la base de los resultados ya obtenidos, las inversiones en programas de mejoramiento de árboles en los trópicos y subtropicos sobrepasan estas estimaciones, ya que las altas tasas de crecimiento ayudan a obtener ganancias con mayor rapidez (ver, *por ej.*, Walker and Haines 1997). Esas ganancias, si están basadas en programas genéticos sólidos, son de naturaleza duradera.

El éxito tanto de los programas de plantación como de mejoramiento de árboles depende de compromisos de financiamiento y de recursos de personal de largo plazo. En muchos casos, los programas de plantación de instituciones y agencias individuales no son lo suficientemente grandes como para justificar los gastos que representan. Para ser rentables, los costos mínimos básicos deben abarcar una superficie adecuada de plantaciones altamente productivas. Por ejemplo, una unidad de

mejoramiento de árboles que cuesta 100 000 dólares EE.UU. al año y produce semillas mejoradas capaces de producir un aumento en el valor descontado del producto de 100 dólares EE.UU. por ha/año, se amortizaría totalmente en un programa de plantación de 10 000 ha/año, pero no se justificaría en un programa de 100 ha/año (Willan 1973, Ditlevsen 1980). Por lo tanto, generalmente es más conveniente que los programas de plantaciones industriales y de mejoramiento de árboles en gran escala sean emprendidos por los gobiernos y por grandes empresas; sin embargo, esto no quiere decir que organizaciones o instituciones más pequeñas, y hasta los propietarios individuales, no puedan compartir los beneficios. Los pequeños propietarios pueden unir sus fuerzas plantando árboles, y las instituciones más pequeñas con metas y condiciones ecológicas similares pueden colaborar y, posiblemente, establecer programas cooperativos más formales de mejoramiento de árboles.

Con el creciente abastecimiento de rollizos provenientes de “cultivadores externos”<sup>5</sup>, se debe hacer hincapié en el suministro de material de plantación bien adaptado a las condiciones de crecimiento, intensidad del manejo y uso final. Los programas cooperativos entre la industria y los propietarios privados pueden ayudar a garantizar el éxito en este sentido.

En la zona tropical de América funcionan varias cooperativas de mejoramiento de árboles (por ejemplo, CAMCORE en América del Norte/Centro/Sur, y actividades de colaboración por países en Centroamérica, coordinadas por el CATIE, Costa Rica). Esas cooperativas también se han establecido en las zonas templadas de América Latina, principalmente en Brasil y Chile. Muchas se han inspirado originalmente en cooperativas norteamericanas, tales como la que funciona en el sudeste de los Estados Unidos de Americana, con sede en la Universidad del Estado de Carolina del Norte, en Raleigh, y las que han adoptado como “modelo”. Además de compartir los costos de inversión y los beneficios de materiales genéticos mejorados, el compromiso, el sentido de responsabilidad y el entusiasmo pueden aumentar considerablemente mediante esa cooperación, que ha tenido éxito en la mayoría de los casos en que se ha puesto en marcha con la seriedad necesaria (Palmberg 1993b). Las experiencias obtenidas en este sentido en la zona tropical americana podrían servir como modelo para otras regiones tropicales del mundo.

El dinamismo, la capacidad organizativa, los conocimientos técnicos y la inversión de capital disponibles en el sector privado han tenido un papel muy importante en muchos países, especialmente en el caso de la utilización y el mejoramiento de especies económicamente importantes. Para capitalizar las oportunidades ofrecidas por la participación del sector privado, los gobiernos deberán proporcionar un ambiente legal e institucional apropiado para la participación del sector privado, para garantizar que las inversiones sean sostenibles desde los puntos de vista financieros, ambientales y genéticos, y para que constituya un resguardo contra posibles conflictos de interés que se produzcan entre varios grupos de propietarios a nivel local y nacional. El desafío final para los países será desarrollar una colaboración abierta y sincera entre el gobierno, el sector privado y otros propietarios (Palmberg-Lerche 1998).

Hay varios tipos de redes técnicas y de información que pueden ser de gran valor para el intercambio de información y de experiencias y conocimientos técnicos. Entre algunos de estos tipos de redes pueden mencionarse la *Red Agroforestal para América Latina y el Caribe* y la *Red de Cooperación Técnica en Parques Nacionales, Otras Áreas Protegidas y Vida Silvestre para América Latina y el Caribe*, ambas coordinadas por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLAC). La *Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal en América Latina y el Caribe, REDBIO*, también con sede en la RLAC, se estableció en noviembre de 1990, a solicitud de los Estados Miembros de la FAO en la Región. La *REDBIO* tiene el propósito de asistir a los países colaboradores en la formulación de políticas nacionales y regionales sobre biotecnología, y ayudar a promover el intercambio de información, resultados de investigación y materiales biotecnológicos. El

---

<sup>5</sup> LOS “Cultivadores externos” son los pequeños terratenientes que suministran madera para grandes empresas procesadoras: pueden recibir apoyo de la empresa procesadora en forma de préstamos (pagaderos contra la garantía de la cosecha de árboles), árboles mejorados para plantar y asesoría, y un precio garantizado por la cosecha de árboles.

Secretariado de la red también ayuda a organizar actividades regionales de capacitación, y mantiene una base de datos computarizada de los laboratorios de biotecnología vegetal en la Región.

Existe una serie de redes de información e investigación que tienen su sede en instituciones tales como el CATIE, en Costa Rica, y el Instituto Forestal Latinoamericano, de la Universidad de Los Andes, en Mérida, Venezuela, las que actúan como centros de coordinación. La labor de estos centros es complementada por un gran número de grupos colaboradores en especies y temas específicos, tutelados por la IUFRO, en la cual participan activamente muchos institutos e investigadores de la Región.

## **2.2 Nuevas Tecnologías**

En esta última década ha aumentado considerablemente el interés mundial en los recursos genéticos vegetales, incluidos los recursos genéticos forestales. Este interés se debe al reconocimiento general de que estos valiosos recursos, que son necesarios para la adaptación de las poblaciones de plantas a las cambiantes condiciones ambientales y que constituyen la base para efectuar el mejoramiento genético necesario para satisfacer los desafíos que imponen los cambios en las necesidades humanas, se están perdiendo a un ritmo acelerado. La creciente dependencia de plantaciones forestales también ha demostrado de manera tangible la necesidad de tener acceso a materiales genéticos de alta calidad para la plantación de árboles y su ulterior mejoramiento. El desarrollo de nuevas biotecnologías, las perspectivas de manipular y transferir directamente rasgos superando las barreras genéticas, y la legislación nacional y los acuerdos internacionales en gestación o los o ya existentes sobre los derechos de los especialistas en genética vegetal y la obtención de patentes por nuevas variedades y hasta por genes, han expandido este interés desde el ámbito tradicionalmente técnico a la esfera de la de la elaboración de políticas.

Se han producido avances biotecnológicos alentadores, especialmente en el campo de la medicina, pero también en la agricultura. En este campo los avances incluyen el desarrollo de nuevos métodos de propagación vegetativa, entre ellos, los sistemas *in vitro*, la criopreservación, la mayor regulación de la floración, y herramientas moleculares para localizar y aplicar marcadores de ADN y para efectuar transformaciones genéticas. Debido a las limitaciones impuestas por los largos ciclos de vida y el tamaño físico de los árboles, y la limitada fertilización cruzada entre muchas especies relacionadas, el uso de la biotecnología para el mejoramiento genético forestal resulta atractivo. Los nuevos sistemas mejorados de propagación genética podrían permitir, *inter alia*, una entrega más rápida del avance genético mediante la propagación masiva de materiales mejorados, y en algunos casos esto ya ha sucedido. El aumento del control de la floración y del estado de maduración de los árboles también son desafíos que las biotecnologías podrían ayudar a enfrentar. El desarrollo de sistemas satisfactorios de identificación genética también sería una ayuda muy bienvenida, tanto para el mejoramiento genético como para la conservación de los árboles de los bosques (Burdon 1994).

Es evidente que las nuevas tecnologías abrirán nuevas posibilidades, y es probable que faciliten la labor de los especialistas en mejoramiento genético de árboles en el futuro. Sin embargo, los descubrimientos de la biotecnología sólo se pueden capitalizar si se dispone de información y conocimientos biológicos básicos, y si se encuentran operando programas idóneos de mejoramiento forestal. Burdon (1994), Haines y Martin (1997), Carson et al. (1996), Griffin (1996) y FAO (1993a, 1994) han revisado las condiciones necesarias para que las herramientas biotecnológicas sean usadas ventajosamente y con seguridad.

A comienzos de los años 90, la FAO auspició una Beca de Investigación André Mayer para estudiar el estado actual y el potencial futuro de nuevas biotecnologías para el mejoramiento de árboles forestales. El estudio hizo notar que el uso de nuevas biotecnologías iba a exigir un conocimiento exhaustivo de las especies en uso. Sin embargo, el conocimiento existente de la biología, los sistemas de reproducción, las variaciones y los esquemas de variación tanto de especies industriales como no industriales de árboles forestales, especialmente en relación con estas últimas, es limitado actualmente. El estudio concluyó que, aunque las nuevas tecnologías pueden apoyar y facilitar el trabajo, es probable que el énfasis principal del mejoramiento genético de las especies de árboles forestales

seguirá estando, en los próximos años, en los estudios taxonómicos de los ensayos de variaciones, especies y procedencias, en la evaluación en terreno de características en uso, y en el desarrollo de estrategias de mejoramiento de árboles que combinen el mejoramiento genético con la conservación genética (FAO 1994).

Esas conclusiones fueron confirmadas en un estudio posterior sobre el posible papel de la biotecnología en la producción futura de madera, encargado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales - OIMT (ITTO 1995, Haines y Martin, 1997). El estudio concluyó que, aunque las aplicaciones comerciales del mejoramiento genético de cultivos estaban aumentando rápidamente, y a pesar de que el uso de la biotecnología en la investigación de apoyo al mejoramiento genético de árboles forestales es de gran interés, no existen ejemplos importantes de operaciones forestales donde se esté aplicando la biotecnología en el establecimiento o el manejo de plantaciones con ventajas comerciales importantes (ver también Carson *et al.* 1996). Al observar que gran parte de la investigación tiene una base genérica y la mejor manera de llevarla a cabo es con especies modelo en laboratorios bien equipados y con suficiente personal, el estudio recomendó que los recursos disponibles se deberían emplear en general en el adelanto de programas de plantación de árboles, ordenación de bosques y mejoramiento genético en determinados países, y en especies prioritarias utilizadas en programas de plantaciones, mientras no se llegara a la etapa en la que pudieran beneficiarse con la aplicación de los adelantos biotecnológicos obtenidos con especies modelo. El estudio de la OIMT recalcó la necesidad de un enfoque colaborativo, que incluyera la formación de redes y asociaciones entre organizaciones de investigación en países desarrollados y en desarrollo.

En resumen, todos los estudios importantes recientes que se han analizado sobre el papel de la biotecnología en el mejoramiento genético de árboles forestales destacan el potencial de las nuevas y poderosas herramientas que estas tecnologías proporcionan. Todos ellos, sin embargo, recalcan que el financiamiento y los esfuerzos dirigidos a ese trabajo no deben ser a expensas del desarrollo y mantenimiento de programas clásicos idóneos y continuos de mejoramiento de árboles. Este principio general, así como un llamado a los que toman las decisiones para que reconozcan esto, han sido planteados repetidamente a lo largo de los años por algunas autoridades en mejoramiento genético de árboles (ver los estudios anteriores por FAO 1994, Haines y Martin 1997 y, por ej., Namkoong 1986, Burdon 1994 y Burdon y Carson 1998, Teissier du Cros 1998); por el Panel de Expertos en Recursos Genéticos de la FAO (ver, por ej., FAO 1997b); y en las recomendaciones y deliberaciones de los principales foros importantes, como el 10º Congreso Forestal Mundial (Anón. 1997b) y la reciente Conferencia de la División 2 de la IUFRO sobre Mejoramiento Genético de Árboles, efectuada en Beijing, en agosto de 1998 (Anón. 1998b).

Burdon (1994) concluyó: *“La asignación apropiada de recursos para el mejoramiento genético de árboles y para la biotecnología clásicas no asegura por sí misma la obtención de buenos resultados, pero es un prerrequisito crucial para ello. El mensaje claro es que, al menos en el corto o mediano plazo, la adopción de nueva biotecnología debe formar parte de un compromiso substancialmente mayor con el mejoramiento genético de árboles forestales, más bien que un desplazamiento de los esfuerzos alejándolos de las medidas clásicas de mejoramiento genético .”*

Burdon recalca además que la plantación y el mejoramiento de árboles utilizando tecnologías tradicionales y nuevas debe basarse en mayores y mejores aportes forestales. Este último punto también es destacado fuertemente por Davidson (1996) y Wadsworth (1997), entre otros.

### 3. CONCLUSIONES

En las secciones precedentes se han examinado la situación actual y las tendencias de las plantaciones forestales y los mejoramientos de árboles a la luz de los avances mundiales generales. Hay una necesidad urgente de aumentar la superficie de plantaciones en América Latina y el Caribe, con el fin de ayudar a satisfacer las necesidades productivas, protectoras y ambientales en los planos local, nacional, regional y mundial. Sobre todo, existe la necesidad de asegurar que las plantaciones se establezcan considerando objetivos específicos bien planteados, utilizando material reproductivo bien comprobado y de alta calidad, y que ellas sean cuidadas, protegidas, manejadas, inventariadas

regularmente y regeneradas debidamente al final de la rotación, para revertir la situación más bien desalentadora documentada en estudios mundiales y regionales recientes (FAO 1995a, 1995b).

Si se basan en “*buenas prácticas forestales*” (FAO 1993b), las plantaciones establecidas utilizando especies y procedencias bien adaptadas pueden multiplicar los rendimientos de los bosques naturales en madera y productos no-madereros, y garantizar servicios ambientales de alta calidad. En relación con la producción de madera, además de los beneficios directos, los mayores rendimientos significan en la práctica que las rotaciones se pueden acortar y que es posible obtener más madera por unidad de superficie de tierra, liberando las superficies “excedentes” para otros usos, incluida la producción de alimentos. Las plantaciones forestales bien manejadas también pueden complementar los valores protectores y ambientales derivados de los bosques naturales, y contribuir a la conservación y mejoramiento de los recursos genéticos de especies prioritarias.

El mejoramiento de los árboles puede aumentar considerablemente los beneficios derivados de las plantaciones forestales, y si se usan estrategias idóneas que presten la atención debida tanto a los aspectos de mejoramiento como de conservación, los avances logrados serán de índole duradera y podrán incrementarse aún más en las futuras generaciones.

Tanto las plantaciones forestales como el mejoramiento de árboles son actividades económicas que necesitan inversiones sustantivas en tierras y en recursos financieros y humanos. El compromiso tanto al nivel político como al técnico, que permita la continuidad de la acción en el tiempo, es esencial para un éxito duradero.

Con el fin de lograr una visión integral y beneficios duraderos, es de suma importancia que se produzcan un diálogo y la participación de todos los propietarios posiblemente interesados en el establecimiento de plantaciones, o que resulten directamente afectados por esas acciones. En dicho diálogo deben participar las instituciones académicas y de investigación nacionales y gubernamentales, los propietarios privados, los usuarios tradicionales, la industria y las organizaciones no gubernamentales nacionales. Se deben implantar mecanismos para garantizar que los derechos, necesidades y aspiraciones de las comunidades locales sean debidamente considerados.

Vistas a la luz de las necesidades futuras previstas, y considerando los réditos potenciales de las plantaciones de árboles, las plantaciones forestales y los mejoramientos de árboles, las inversiones necesarias son, en términos relativos, de menor envergadura. Si se efectúan bien, con el tiempo tales inversiones reeditarán muchas veces el capital inicial en términos productivos, protectores y ambientales, y mejorarán el bienestar humano de las generaciones presentes y futuras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ahmad, Darus Hj. y Ghani, Ab. Rasip Ab. (1997). Breeding of *Hevea brasiliensis* for wood production. Proyecto PNUD/FAO RAS/91/004 (FORTIP). Working Paper No.11. FAO, Roma. (25pp)

Anon. (1990). Towards maximizing value-added rubberwood products. Proc.International Rubberwood Seminar. Kuala Lumpur 21-22 mayo de 1990. Rubber Research Committee, Malaysia. (185pp)

Anon. (1996a). National exotic forest description: national and regional wood supply forecasts. Ministry of Forestry, Wellington, New Zealand. (150 pp.)

Anon. (1996b). Activities related to poplar and willow cultivation, exploitation and utilization. Report of the National Poplar Commission of the USA, 1992-96. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Información revisada en 1997 basado en el mismo fuente de información. Disponible de la Dirección de Recursos Forestales, Departamento de Montes. FAO, Roma.

Anon. (1997a). National forest inventory (1997), National Plantation Inventory of Australia. Bureau of Resource Sciences, Canberra (Australia). (96 pp.)

Anon. (1997b). Actas del XI Congreso Forestal Mundial. 13-22 de octubre de 1997, Antalya (Turchia). Vol 7, Informe Principal, pp.55-57.

Anon. (1998a). Status of sustainable forest management in Europe. Report to the Third Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Lisbon Portugal 2-3 June 1998. *En: Follow-up Reports on the Ministerial Conferences on the Protection of Forests in Europe. Vol.II. Sustainable Forest Management in Europe. Special Report on the Follow-up on the Implementation of Resolutions H1 and H2 of the Helsinki Ministerial Conference.* Lisboa, Portugal. 2-3 de junio de 1998. (pp. 9-11).

Anon (1998b). Proc. IUFRO All-Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement: contribution of genetics to the sustained management of global forest resources. Vols A & B. Beijing, China 22-28 de agosto de 1998. IUFRO, Vienna (Austria).

Arreghini, R. and Cerrillo, T. (1996). Willows in the Republic of Argentina. Documento presentado en reunión conjunta de los Grupos de Trabajo. Comisión Internacional del Alamo, 20a Reunión. Budapest, Hungría. Dirección de Recursos Forestales, Departamento de Montes. FAO, Roma.

Burdon, R. (1994). Contribución de la biotecnología a la mejora genética de los árboles forestales. Recursos Genéticos Forestales 22:2-5. FAO, Roma.

Burdon, R.D. y Carson, M.J. (1998). Conservation of genetic resources of commercial forests in New Zealand: challenges of new technology and institutional changes. *En: IUFRO All-Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement: contribution of genetics to the sustained management of global forest resources.* Vols A & B. Beijing, China 22-28 de agosto de 1998. IUFRO, Vienna (Austria).

Carson, M.J., Carson, S.D., Richardson, T.E., Walter, C., Wilcox, P.L., Burdon, R.D. y Gardner, R.C. (1996). Molecular biology applications to forest trees: fact or fiction? *En: Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. and Walker, S.M. (Eds). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc.QFRI/IUFRO Conference, Caloundra Qld (Australia), 27 de octubre- 1 de noviembre de 1996. Queensland Forest Research Institute, Gympie Qld, Australia. Vol.II, pp.272-281.*

Davidson, J. (1996). Off site and out of sight! How bad cultural practices are offsetting genetic gains in forestry. *En: Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. y Walker, S.M. (Eds). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc.QFRI/IUFRO Conference, Caloundra Qld (Australia), ), 27 de octubre- 1 de noviembre de 1996. Queensland Forest Research Institute, Gympie Qld, Australia. Vol.II, pp.288-294.*

de Camino, R. y Alfaro, M. (1998). Teak (*Tectona grandis*) in Central America. FAO Project GCP/INT/628/UK. *Informe no publicado* (FAO, Roma). (71 pp.)

Ditlevsen, B. (1980). Consideraciones económicas de programas de mejora de árboles forestales. *En: Estudio FAO: Montes 20*, pp. 248-263. Fao, Roma (2a Edición del Estudio FAO:Montes 20 publicado en 1984).

FAO (1993a). *Ex situ* storage of seeds, pollen and *in vitro* cultures of perennial woody species. Forestry Paper 113. Basado en el trabajo de B.S.P. Wang, P.J. Charest y B. Downie. FAO, Roma (83pp). [Disponible en Inglés, Francés].

FAO (1993b). El desafío de la ordenación forestal sostenible: perspectivas de la silvicultura mundial. FAO, Roma. (122pp)

FAO (1993c). Role of rubberwood in forestry: Malaysian experience. Project GCP/RAS/134/ASB (FORSPA). Occasional Paper No. 7. Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico, Bangkok (Tailandia). (15pp)

FAO (1994). Biotechnology in forest tree improvement. Forestry Paper 118. Based on the work of R.J. Haines. FAO, Roma (230pp). [Resumen del documento disponible en Español y Francés, 29pp).

FAO (1995a). Evaluación de los Recursos Forestales 1990. Síntesis mundial. Estudio FAO Montes 124. FAO, Roma. (46pp)

FAO (1995b). Forest Resources Assessment 1990. Tropical forest plantation resources. Forestry Paper 128. Basado en el trabajo de D. Pandey. FAO, Roma. (81pp)

FAO (1997a). Recursos Genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los Neotrópicos: propuestas para acciones coordinadas. Basado en el trabajo de F. Patiño V., y elaborado en colaboración con P.Y. Kageyama, C. Linares B. y C. Navarro P. FAO, Roma. (58pp)

FAO (1997b). Informe de la Décima Reunión del Cuadro de Expertos de la FAO en Recursos Genéticos Forestales. Roma, Italia 9-11 de septiembre de 1997. FO:FGR/10/Rep. FAO, Roma. (69pp)

FAO (1998a). Hardwood plantations in the tropics and sub-tropics. Informe sobre Proyecto FAO/Reino Unido. *En preparación 1998*. Dirección de Recursos Forestales, Departamento de Montes. FAO Roma.

FAO (1998b). Global Fibre Supply Study. Informe Borrador, submitido a la Comité Asesor de la FAO de Papel y Productos de Madera.. Dirección de Productos Forestales, Departamento de Montes. Abril de 1998. FAO, Roma. (61 pp. + anexos)

Griffin, A.R. (1996). Genetically-modified trees: the plantations of the future or an expensive distraction? Commonwealth Forestry Review Vol. 75:169-175.

Haines, R.J. y Martin, B.E. (1997). La biotecnología y la producción sostenible de madera tropical. Información de Recursos Genéticos Forestales 25:55-62. FAO, Roma.

ITTO (1995). La biotecnología y la producción sostenible de la madera tropical. Informe Previo del Proyecto OIMT 42/97(F). Organización Internacional de Madera Tropical, 20a Reunión del Consejo de OIMT, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia 21-29 de mayo de 1997. (168pp)

Kanowski, P.J. (1996). Sustaining tropical forestry: tree improvement in the biological and social context. *En*: Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. y Walker, S.M. (Eds). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc.QFRI/IUFRO Conference, Caloundra Qld (Australia), ), 27 de octubre- 1 de noviembre de 1996. Queensland Forest Research Institute, Gympie Qld, Australia. Vol.II, pp.295-300.

Koshy, M.P. y Namkoong, G. (1996). Futuristic breeding: some plausible options. *En*: Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. y Walker, S.M. (Eds). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc.QFRI/IUFRO Conference, Caloundra Qld (Australia), ), 27 de octubre- 1 de noviembre de 1996. Queensland Forest Research Institute, Gympie Qld, Australia. Vol.II, pp.333-337.

Li, B., McKeand, S. and Weir, R.(1998). Impact of forest genetics on sustainable forestry: results from two cycles of loblolly pine breeding in the U.S. *En*: IUFRO All-Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement: contribution of genetics to the sustained management of global forest resources. Vols A & B. Beijing, China 22-28 de agosto de 1998. IUFRO, Vienna (Austria).

Marien, J.N. (1996). From sustainable gain to sustainable yield. *En*: Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. y Walker, S.M. (Eds). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc.QFRI/IUFRO Conference, Caloundra Qld (Australia), ), 27 de octubre- 1 de noviembre de 1996. Queensland Forest Research Institute, Gympie Qld, Australia. Vol.II, pp.301-303.

- Namkoong, G. (1986). La genética y los bosques del futuro. *Unasyuva* Vol. 38 (152):2-18.
- Namkoong, G. (1996). Genetic diversity for forest policy and management. *In*: Bunnell, F. (Ed). Proc. Conference on Measuring Biodiversity for Forest Policy and Management. Vancouver B.C. (Canada) Febrero de 1994.
- Palmberg, C. (1987). Conservación de recursos genéticos de especies leñosas. *En*: Actas del Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Tomo II, pp.58-80. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales (CIEF), Buenos Aires (Argentina).
- Palmberg-Lerche, C. (1993a). Conservación de recursos genéticos forestales como parte integral de la gestión forestal y el mejoramiento de árboles forestales. *En*: Proc.International Symposium on Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Materials in Tropical and Sub-Tropical Countries, organizado por KEFRI/GTZ/IUFRO en Nairobi, Kenia 4-10 de octubre de 1992, en colaboración técnica con la FAO. pp. 169-180. GTZ/KEFRI Forest Seed Centre, Muguga (Kenia).
- Palmberg-Lerche, C. (1993b). Present status of forest plantations and tree improvement in the Americas, with special reference to Tropical America. *En*: Proc. First Pan-American Forestry Congress and Seventh Brazilian Forestry Congress. Curitiba, Brazil 19-24 de septiembre de 1993. Vol.III:142-149. Sociedade Brasileira de Silvicultura & Sociedade Brasileira de Engheiros Florestais, Curitiba (Brasil).
- Palmberg-Lerche, C. (1998). Conservation and management of forest genetic resources. *Journal of Tropical Forestry Research* Vol.11 (1). FRIM, Malaysia.
- Teissier du Cros, E. (1998). Situation of forest genetics: research and extension. *En*: IUFRO All-Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement: contribution of genetics to the sustained management of global forest resources. Vols A & B. Beijing, China 22-28 de agosto de 1998. IUFRO, Vienna (Austria).
- Wadsworth, F.H. (1997). Forest production for Tropical America. Agriculture Handbook 710. United States Department of Agriculture, Forest Service. (563pp). [Versión Española *en prensa*].
- Walker, S.M. y Haines, R.J. (1997). Evaluation of clonal strategies for tropical acacias. *En*: Proc. Third International *Acacia* Workshop. Hanoi, Vietnam 27-30 de octubre de 1997. Queensland Forestry Research Institute, Gympie Qld, Australia.
- Willan, R.L. (1973) . Forestry: improving the use of genetic resources. *Span* Vol. 16 (3):119-122.