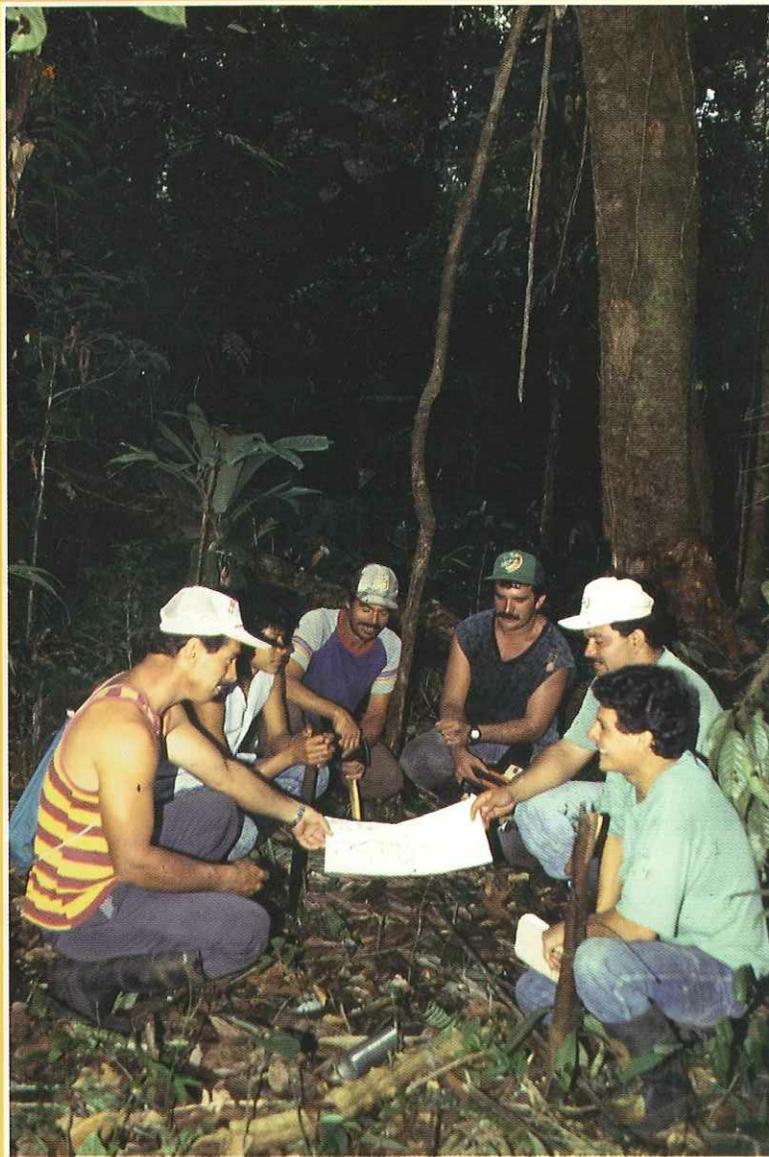


# Revista FORESTAL

## Centroamericana

Octubre - Diciembre 2000 N° 32



**La ciencia de la complejidad en el desarrollo forestal**

**El manejo del bosque natural y su impacto en la composición y estructura de su fauna**

**Cuencas hidrográficas: un área de interés forestal**



Incluye **Boletín de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales**  
**Afiche Marapolán** (*Guarea grandifolia* D. C.)

# CATIE

## Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre estos miembros se encuentran: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico.

### Director General

Pedro Ferreira Rossi

### Programa de Investigación

Markku Kanninen

### Programa de Enseñanza

Gilberto Páez

### Director de

### Administración y Finanzas

Luis Enrique Ortíz

### Programa de

### Proyección Externa

Alan González

La Revista es editada y producida en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

La producción y administración de esta Revista está bajo el Área de Comunicación e Informática  
Unidad de Comunicación CATIE

### Comité Editorial Operativo

- Manuel Gómez Especialista/Socioeconomía Ambiental, CATIE  
Donald Kass Profesor Investigador Asociado/Sistemas Agroforestales y Manejo de Cuencas Hidrográficas, CATIE  
Luis Meléndez Especialista/Agroforestería/Editor Revista Agroforestería en las Américas, CATIE  
Lorena Orozco Investigadora/Unidad de Manejo de Bosques Naturales, CATIE  
William Vásquez Especialista/Jefe, Banco de Semillas Forestales, CATIE

### Comité Editorial Internacional

- Tania Ammour Profesora Investigadora/Directora de Planificación Estratégica y Relaciones Externas  
José Joaquín Campos Especialista/Profesor Responsable, Cátedra Latinoamericana de Manejo Diversificado de Bosques Tropicales CATIE  
Ronnie De Camino Consultor para CATIE, UPAZ  
Florencia Montagnini Profesora Investigadora/Manejo de Bosques Tropicales y Conservación de la Biodiversidad CATIE  
Jeffrey Sayer Director General del CIFOR

**Editora :** Alexandra Cortés.

**Diseño y diagramación:** Rocío Jiménez.

**Secretaría:** Marisol Cedeño Mata.

Los contenidos, ideas u opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de los autores; no reflejan necesariamente la opinión de la Revista Forestal Centroamericana.

Se permite la reproducción parcial o total de los materiales e ilustraciones aquí publicados, siempre y cuando se mencione la fuente, se remita una copia de la publicación a la redacción de la revista y se use sin fines lucrativos. En caso de que conste expresamente la palabra "Copyright", se debe solicitar un permiso especial.

### Impresión

Impresión Comercial La Nación.  
La edición consta de 1 400 ejemplares

Para suscripciones y anuncios, favor comunicarse con los Coordinadores Técnicos Nacionales del CATIE o directamente con la sede.

### Correspondencia

Revista Forestal Centroamericana  
CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica  
Tel: (506) 556 6784/556 0026/556 6431 ext. 405  
Fax: (506) 556 6282/556 1533  
E-mail: rforesta@catie.ac.cr  
<http://www.catie.ac.cr>

## Coordinadores Técnicos Nacionales en los países y Oficinas de IICA

### BELICE

Marikis Alvarez  
Apartado Postal #448  
Belmopán, Belice  
Tel.: (00501-8) 02-222  
Fax: (00501-8) 20-286  
E-mail: iica@btl.net

### COLOMBIA

Carlos Gustavo Cano  
Representante IICA.  
Carrera 30, Calle 45  
Ciudad Universitaria Santa Fé de Bogotá, Colombia.  
Tel: (57-1) 368-0924  
Fax: (57-1) 368-0920  
E-mail:  
iicaco2@colomsat.net.co

### COSTA RICA

Arturo Vargas Fournier  
Ministerio de Agricultura y Ganadería. Edificio Principal.  
50m este de la Pops Sabana Sur, San José, Costa Rica.  
Telefax: (506) 232 0735  
E-mail: avargas@catie.ac.cr

### GUATEMALA

David Monterroso  
Apartado Postal 76-A  
15 calle y 1a. Ave. Esquina  
Zona 10. Edificio Céntrica  
Plaza, 4 nivel, Of. 401.  
Guatemala, Guatemala.  
Telefax: (00502) 366-2650/  
336-2648/366-2643  
E-mail:  
bvilleda@gua.gbm.net

### EL SALVADOR

Luis Alonso Silva  
Apartado 1-96  
1a. Calle Poniente y  
61 Ave. Norte.  
Edificio Bukele, Planta baja,  
San Salvador, El Salvador  
Tel: (503) 261-2036/2037  
Fax: (503) 261-2039  
E-mail:  
Lsilva@navegante.com.sv

### HONDURAS

María Eugenia Pineda  
Apartado Postal #2088.  
Secretaría de Recursos Naturales. 1ª Planta,  
Edificio Principal,  
Boulevard Miraflores  
Tegucigalpa, Honduras.  
Tel: (504) 235-6609/6773  
Fax: (504) 235-6610  
E-mail: catiehon@gbm.hn

### MEXICO

Miguel Caballero  
Calle del Ejército Nacional.  
311 Primer Piso  
Colonia El Tecolote  
Tipic, Nayarit  
México  
Telefax: (52) 32 148850

### NICARAGUA

Jorge Jiménez  
Apdo. #4830,  
Km 8 1/2 Carretera a Masaya.  
Ministerio de Agricultura, Managua, Nicaragua  
Tel: (505) 276-1109/1026  
Telefax: (505) 276-1108  
E-mail:  
catiecot@tmx.com.ni

### PANAMA

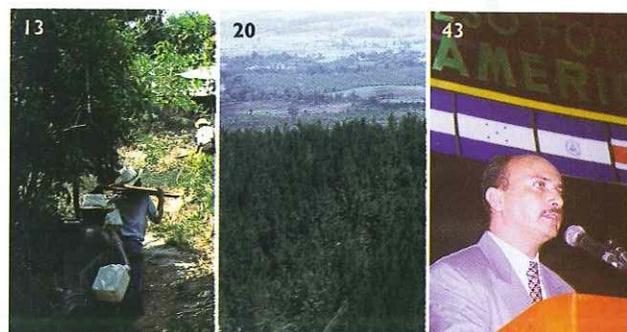
Tomás Vásquez Ulloa  
Edificio 95  
Ciudad del Saber  
Apartado Postal 5388  
Clayton, Panamá  
Tel: (507) 317-0197/  
317-0198  
Fax: (507) 317-0199  
E-mail:  
catiepanama@cwpanama.net

### REPUBLICA DOMINICANA

Rafael Marte  
Fray Cipriano de Utrera.  
Esquina Avenida República del Líbano  
Centro de los Héroes, Santo Domingo, República Dominicana  
Apartado Postal #711  
Tel: (1 809) 533-7522/  
533-2797/533-9752  
Fax: (1 809) 532-5312  
E-mail:  
rmartel@codetel.net.do

### VENEZUELA

Héctor Morales  
Oficina de IICA  
Apdo. Postal 5345,  
Caracas  
Venezuela  
Tel: (58-2) 573-1021/  
571-8211/572-1243/  
577 1356  
Fax: (58-2) 577-1356  
E-mail: act@iica.int.ec



|   |           |
|---|-----------|
| <b>Perspectivas</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>Editorial</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>Foro</b>   |           |
| El desarrollo forestal desde la perspectiva de la ciencia de complejidad <i>Glenn Galloway</i> .....  | <b>6</b>  |
| <b>Comunicación Técnica</b>   |           |
| Conteo de <i>Poisson</i> : Modelos econométricos para explicar la adopción de tecnologías agrícolas. <i>Octavio Ramírez, Steven Shultz, Robert Hearne, Manuel Gómez</i> ..... | <b>13</b> |
| Predicción del crecimiento de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr y Golf. México. <i>Marcelino Montero, Aurelio Fierros</i> .....                              | <b>20</b> |
| <b>Experiencias</b>   |           |
| Certificación de semillas forestales en Costa Rica. <i>Arturo van der Linden, Alejandra Patricio</i> .....  | <b>26</b> |
| Potencial de reforestación clonal con ciprés. <i>Silvia Sánchez, Olman Murillo</i> .....  | <b>30</b> |
| El manejo del bosque natural tropical y su impacto en la diversidad de la fauna. <i>Kathleen McGinley</i> .....   | <b>34</b> |
| Cuculmecha y Zarparrilla: Plantas medicinales típicas de América tropical. <i>Róger Villalobos</i> .....  | <b>39</b> |
| <b>Actualidad</b>   |           |
| IV Congreso Forestal Centroamericano .....  | <b>43</b> |
| Aspectos ecológicos para la retención de árboles semilleros .....   | <b>46</b> |
| ESNACIFOR: 30 años formando forestales .....  | <b>48</b> |
| Una mujer domina el sector forestal en Nicaragua .....  | <b>49</b> |
| Expo Hannover 2000 .....  | <b>50</b> |
| ¿Qué informa la prensa? .....   | <b>53</b> |
| Sitios de interés en el WEB .....   | <b>54</b> |
| Publicaciones .....   | <b>55</b> |
| Calendario de actividades .....   | <b>56</b> |
| Cuencas hidrográficas: una área de interés forestal .....   | <b>57</b> |
| Los jardines botánicos del CATIE .....  | <b>58</b> |

En esta edición encontrará: el afiche **Marapolán**  
*Guarea grandifolia* D. C.  
 y el Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales

Una enorme responsabilidad y al mismo tiempo un gigantesco honor, el saber que en mis manos está ahora la producción de una revista internacional, que pronto cumplirá 9 años de transitar en el istmo centroamericano e incluso fuera de sus fronteras.

El proceso de elaboración que engendra una publicación depende, entre otras cosas, de un efectivo trabajo de equipo. Por esto, sin lugar a dudas, sentí que mi primer número en la Forestal no sólo me enriqueció personal y profesionalmente, sino que también logró fluir sin contratiempos. Como nueva editora de su revista le reitero el compromiso de seguir ofreciendo un producto de alta calidad, al día con las últimas investigaciones del sector e informando sobre las principales actividades en el mundo tropical; además, continuaremos fortaleciendo nuestra revista para que se convierta en un canal eficiente para la difusión e intercambio de experiencias en la región.

En esta edición invitamos al economista Ottón Solís a puntualizar algunos elementos que deben estar presentes en las políticas agrícolas para situar al sector dentro de la agenda política de los gobernantes de la región.

Trabajar a favor del desarrollo forestal es insertarse en un entorno complejo y para comprenderlo la ciencia de la complejidad intenta dar las herramientas. Glenn Galloway nos ejemplifica 10 principios de esta ciencia.

En **Comunicación técnica** abordamos dos estudios que vienen a enriquecer el conocimiento metodológico actual. Uno presenta el modelo de poisson para explicar la adopción de tecnologías agrícolas y el segundo reajusta un modelo de crecimiento y rendimiento para las plantaciones de *Pinus Caribaea*.

Arturo van der Linden y Alejandra Patricio nos presentan su **Experiencia** en el proceso de certificación de semillas forestales en Costa Rica. En

esta misma sección resaltamos el potencial que tiene la reforestación clonal con ciprés y la necesidad de evaluar el impacto en la diversidad de la fauna del bosque que es manejado. Además, Róger Villalobos plantea el reto de garantizar la conservación y aprovechamiento sostenible de la culcumecca y la zarzaparrilla, dos productos no maderables del bosque tropical.

**Actualidades** informa sobre las conclusiones más relevantes del IV Congreso Forestal Centroamericano, presenta a la nueva directora del Instituto Forestal de Nicaragua y resume una entrevista sobre la importancia de reforzar el área de cuencas hidrográficas e integrarla con otros sectores, como el forestal.

En nombre de todo el equipo de producción de la revista enviamos un afectuoso abrazo a todas y todos nuestros colaboradores de este año 2000; gracias al conjunto de revisores técnicos por su valiosa y profesional asistencia en el proceso de revisión. Esperamos continuar con su respaldo en el 2001.

Un agradecimiento muy especial a Marisol Cedeño, Rocío Jiménez y Lorena Orozco por su constante apoyo en este número. Y que el gracias llegue hasta Holanda, donde Máximo Mewe continúa asistiendo los pasos de su pupila.

El 2001 viene, como todo nuevo año, cargado de expectativas. Nos da la posibilidad de construir proyectos novedosos y ésta su revista forestal también tiene ya planificados nuevos proyectos, así que invitamos -desde ya- a estar al tanto de las próximas introducciones. Y como siempre le solicitamos que comparta con nuestro grupo de suscriptores sus investigaciones y experiencias.

*Alexandra Cortés,*

Editora

Revista Forestal Centroamericana

# La agenda agropecuaria en el desarrollo de la Región

El desarrollo de la agricultura tradicional ha estado al margen de la agenda de las reformas económicas impulsadas en América Central en los últimos 40 años. Mientras que el esquema de la integración se limitó al sector industrial, los Programas de Ajuste Estructural (PAEs) la convirtieron en un laboratorio de sus teorías. A la postre, la liberación de las fuerzas del mercado, que con tanto celo proponían los PAE, se pusieron en práctica únicamente en la agricultura histórica de la región. Los otros sectores de la economía, incluyendo la nueva agricultura de exportación, se han beneficiado de toda una batería de intervenciones de mercado —exoneraciones fiscales y subsidios— dirigida a dotarlos de rentabilidad. Aún cuando los tratados de libre comercio bilaterales han tomado en cuenta esta actividad, en Costa Rica —por ejemplo los acuerdos finales han estado sesgados a favor de los productores extraregionales. Por su parte, recurrentemente la agricultura y los temas alrededor de los recursos naturales tienen que ganarse solos el espacio en las negociaciones tendientes a establecer un tratado de libre comercio continental, dado el especial interés de algunos futuros socios en la industria y los servicios.

La agricultura tradicional —en promedio— da empleo a una quinta parte de la Población Económicamente Activa en los países del istmo y, aunque para ciertos tecnócratas nacionales e internacionales es un componente casi desechable de la vida económica de nuestros países, en la realidad no sólo contribuye con un porcentaje importante del PIB sino que también es un factor de estabilidad cultural, política y social.

Una política agrícola debe contener un programa con objetivos de corto, mediano y largo plazo, y además contar con un conjunto de medidas dirigidas a concretar esas metas a partir de las condiciones existentes. Algunos objetivos que podrían caracterizar a dicha política son: el autoabastecimiento alimentario, aumentar los ingresos de los productores y productoras del sector, fortalecer la pequeña y mediana propiedad del agro, mantener los valores culturales del entorno rural, promover la agricultura orgánica, recuperar los bosques y proteger las cuencas, entre otros.

Es preciso que la selección de políticas se determine a través de una evaluación de costos y eficacia. A manera de ejemplo, si el objetivo fuese fortalecer la pequeña y mediana propiedad agrícola, deben definirse las medidas apropiadas para lograrlo (garantías de precios, de mercado o de ingresos; o mediante mecanismos más sostenibles, como el avance tecnológico; o una combinación de ambas). Existen numerosas experiencias donde se demuestra que la elaboración y puesta en práctica de una estrategia de desarrollo específica y garantizada legalmente, conduce a resultados positivos. En Costa Rica se ha tenido éxito diversificando la producción y aumentando las exportaciones agrícolas, por medio de la participación del estado, utilizando incentivos fiscales y apoyos institucionales. Independientemente de la calidad de los objetivos seleccionados, lo cierto es que dichas políticas dieron resultado.

La gente que vive en las zonas rurales centroamericanas ha sufrido las consecuencias de dos profundas contradicciones, y, si se quiere, hasta de un doble lenguaje. En primer lugar, aunque internamente ha predominado una prédica dirigida a eliminar cualquier dosis de intervención estatal en las fuerzas del mercado, las políticas puestas en práctica sólo han reproducido este discurso con la agricultura tradicional. En otras áreas, como en la nueva agricultura, la diversificación de las exportaciones y el impulso al turismo, se ha visto una presencia contundente de distorsiones de mercado dirigidas a dotar de rentabilidad a esos sectores.



Ottón Solís.  
Economista, profesor  
Universidad de Costa Rica.

En segundo lugar, en el escenario internacional, y a pesar del discurso gestado del Consenso de Washington a favor de las fuerzas del mercado, en los principales países desarrollados los subsidios y la protección al agro se han incrementado, creando desventajas comparativas para la agricultura y la ganadería de la región.

En estas circunstancias y ante el agotamiento general de las políticas de ajuste estructural es necesario dotar a la agenda agropecuaria del lugar que merece en el desarrollo de la región. Tal esfuerzo debe incorporar cuatro elementos. En primer lugar, la agenda ambiental no debe ser un elemento más de las políticas agrícolas sino el catalizador general. Ya no se puede definir un programa de desarrollo agropecuario que no considere al menos dos componentes de esa temática: la agricultura orgánica, y la protección y recuperación del bosque natural. En el primer aspecto, es bueno considerar que cada vez

más consumidores —en la vida mundial y local— están dispuestos a preferir productos generados con tecnologías orgánicas. En relación con el segundo, debe tomarse en cuenta que, en el futuro de la economía rural de la región, la venta de servicios ambientales producidos por el bosque podría tener un papel fundamental.

En segundo lugar, el diseño de las políticas agrícolas —sus objetivos y la selección de instrumentos— debe incorporar a los productores, preferentemente de forma organizada. La pretensión de dictar políticas desde un escritorio no tiene posibilidades en la democracia que prevalece en nuestros países. Además, es vital tener en cuenta que la dinámica de la participación incorpora necesariamente factores culturales y antropológicos, y no sólo económicos en el diseño y puesta en práctica de políticas.

En tercer lugar, es urgente poner sobre el tapete el tema del esfuerzo y la intensidad del trabajo. Los agricultores centroamericanos deben saber que en los países exitosos del planeta —con los que se compete— se trabaja de sol a sol en las épocas de siembra y cosecha, y que el sol a veces tarda 16 horas para transitar por el firmamento. Debemos recordar que en nuestros países en muchos casos la jornada laboral campesina es de seis horas. Por lo tanto, al descanso se dedica el 75% del día. Quienes trabajan en el agro deberán escoger su ritmo de trabajo, pero es deber de los técnicos y los políticos informarles de esta cultura del trabajo que existe en algunos países, donde, quienes viven y trabajan con los recursos naturales, disfrutan de solvencia económica.

Finalmente, el diseño de las políticas debe tomar en cuenta que la economía agrícola está caracterizada por varios tipos de fallas de mercado, cuyos efectos negativos sólo son amortiguados si se distorsionan las fuerzas de la oferta y la demanda. Dentro de esas fallas, sobresalen la existencia de externalidades y de economías de escala. Ambas obligan a utilizar subsidios y transferencias en relación con el crédito, la tecnología, los precios y el mercadeo, si se quiere lograr los niveles de producción óptimos, desde el punto de vista nacional.

América Central ha tenido dificultades para sentar las bases de un desarrollo humano sostenible. Los éxitos recientes más sonados se caracterizan por la renuncia al desafío del progreso. En este marco, la inversión extranjera ha venido a sustituir la iniciativa local. Pareciera que el estigma de "banana republics" no va a ser eliminado fácilmente. Cualquier esfuerzo de los centroamericanos para asumir un papel protagónico en la construcción del futuro debe tomar en cuenta la economía rural, tanto por su peso en la economía global como por su impacto social y cultural. De ahí la necesidad de superar la indiferencia de casi medio siglo hacia este sector, para situarlo en un lugar de privilegio en la elaboración de las políticas públicas.

# El desarrollo forestal

desde la perspectiva de la ciencia de complejidad

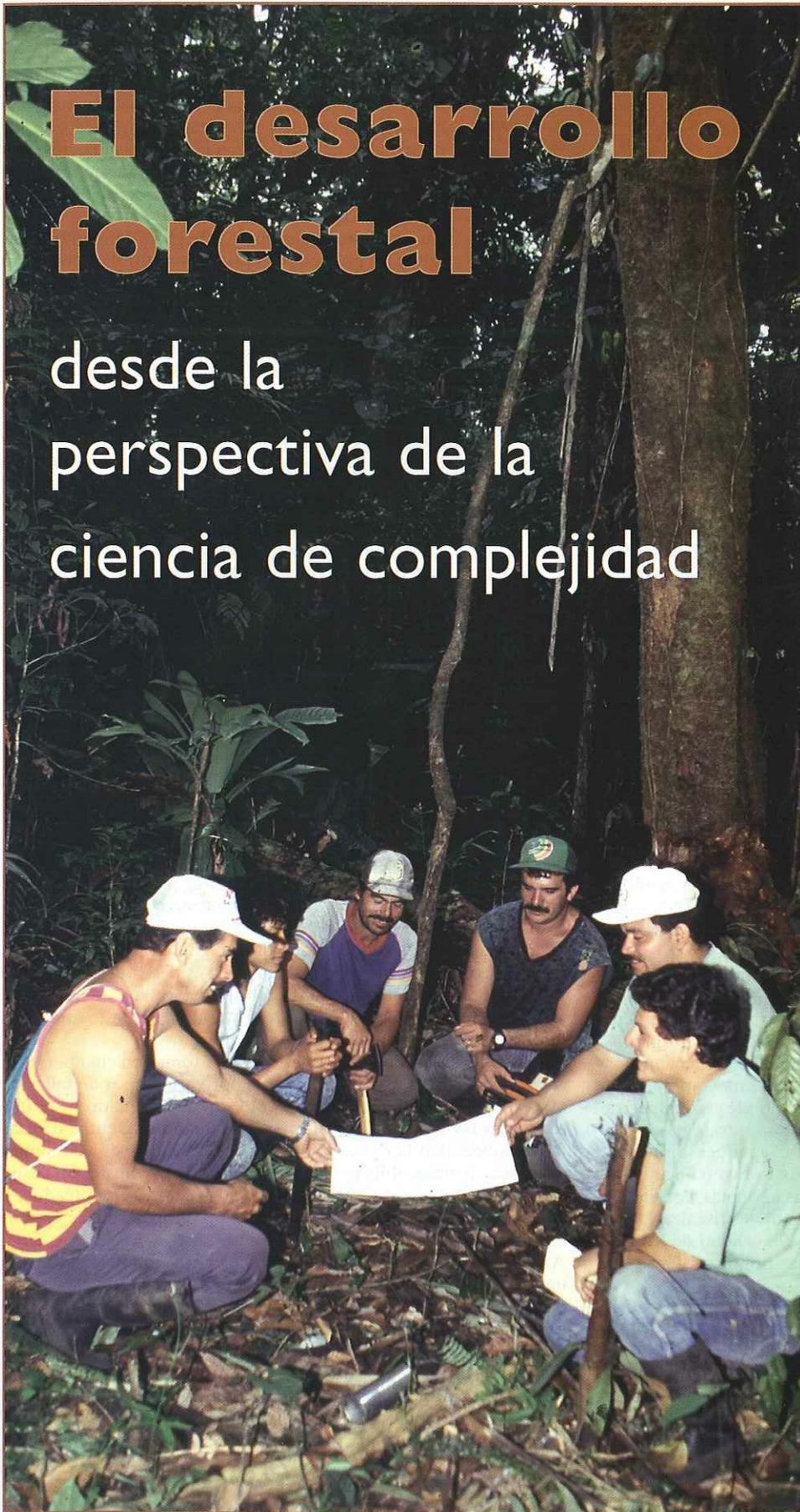


Foto: Proyecto TRANSFORMA/CATIE.

Desde la perspectiva de la ciencia de complejidad, el manejo sostenible de los bosques naturales tropicales requiere un proceso de adopción que logra "autoreplicarse", lo cual involucra un número creciente de beneficiarios y participantes.

Glenn Galloway

**L**a nueva ciencia de complejidad intenta entender de mejor manera el comportamiento de sistemas complejos en diversos campos y en diferentes escalas; por ejemplo, la emergencia de la vida, la organización y funcionamiento de sistemas neurológicos y procesos dinámicos y los de organización implícitos en el desarrollo socioeconómico de un sector (como el sector forestal<sup>1</sup>). Quienes proponen esta ciencia creen que están forjando una alternativa importante al pensamiento lineal y "reduccionista" que ha dominado la ciencia desde la era de Newton (Waldrop 1992). Aunque el pensamiento lineal y "reduccionista" es muy útil y poderoso, tiene serias limitaciones cuando se lo utiliza para entender el comportamiento de sistemas complejos que predominan en el mundo.

El propósito de este trabajo, sin embargo, no es explicar la ciencia de complejidad, sino analizar el desarrollo forestal desde la perspectiva de dicha ciencia. Tomé la decisión de preparar este artículo, porque estoy convencido que esta perspectiva tiene mucho que enseñar a quienes buscan promover la conservación y el manejo de bosques naturales. El artículo se organiza alrededor de 10 enseñanzas/principios de la ciencia de complejidad, dando ejemplos de su aplicabilidad al desarrollo forestal. Este análisis ayuda a comprender los esfuerzos más exitosos en el campo del desarrollo forestal y los "fracasos" o experiencias menos exitosas.

### El entorno complejo del desarrollo forestal

Trabajar a favor del desarrollo forestal implica insertarse en un entorno complejo. Es útil dar un vistazo a este entorno antes de entrar en la discusión sobre las enseñanzas y principios de la ciencia de complejidad. La Figura 1 ilustra algunas de las relaciones entre diferentes elementos de un proceso de desarrollo forestal que incluye a:

- Los usuarios organizados del bosque (comunidades rurales, grupos

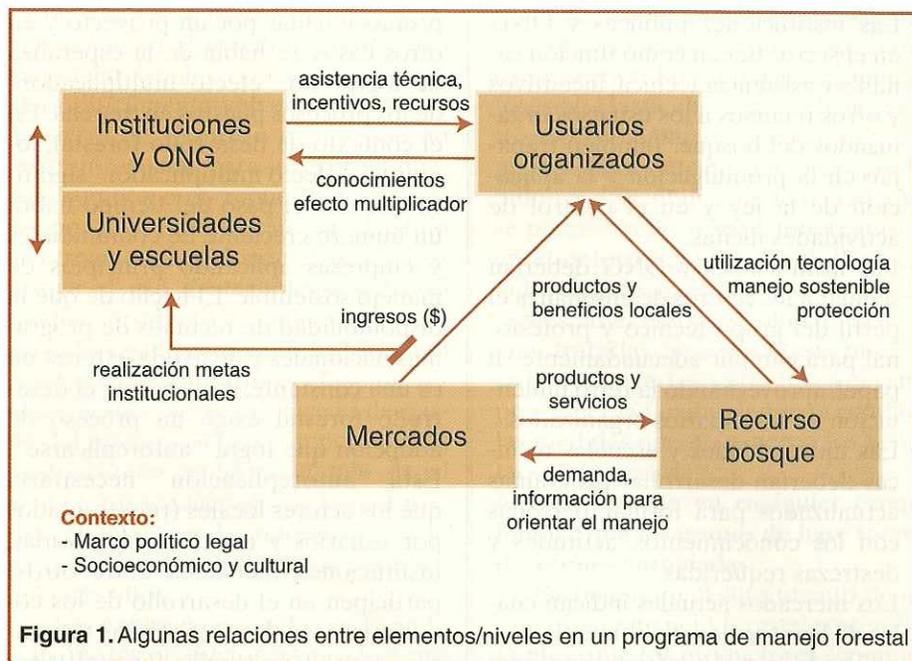
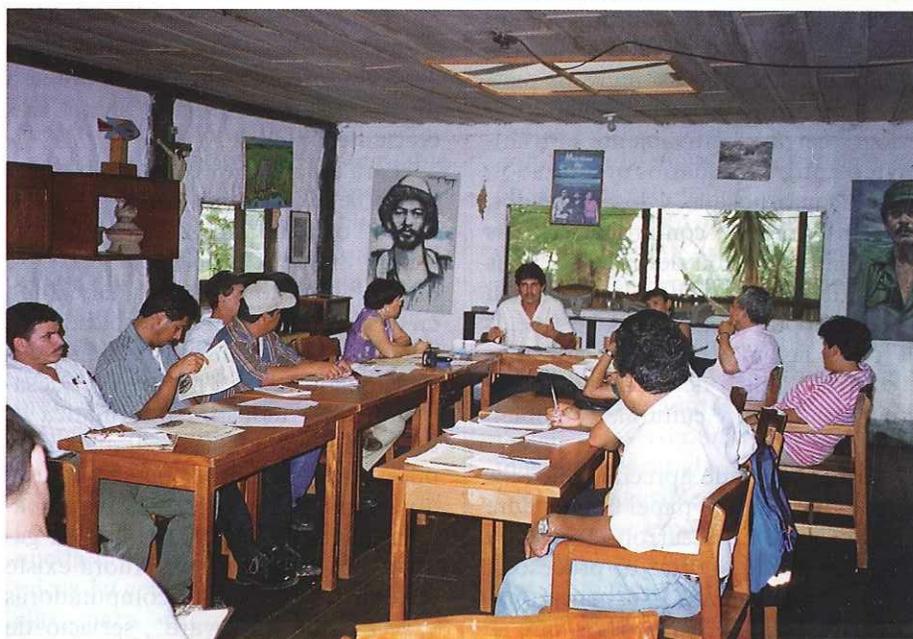


Figura 1. Algunas relaciones entre elementos/niveles en un programa de manejo forestal



Es necesario una participación creciente en el sector forestal, sobretudo en regiones marginadas como las de la frontera agrícola. (Foto: Proyecto TRANSFORMA).

indígenas, empresas privadas, etc.) son los actores que ejecutan el manejo sostenible del bosque y los que tienen un papel central en la protección del recurso. En un contexto apropiado también aportan sus conocimientos locales a las instituciones y ONG y pueden contribuir a la multiplicación de experiencias prometedoras o exitosas.

- El bosque provee beneficios y servicios locales, regionales y globales. También genera productos maderables y no maderables para mercados locales, regionales, nacionales e internacionales. En muchos casos, hay intermediarios que ejercen una función de enlace entre el usuario directo del bosque y el mercado que dependen del bosque para mantenerse.

<sup>1</sup> En este documento cuando se nombra al desarrollo forestal, se refiere principalmente al manejo de bosque natural. Los conceptos discutidos son igualmente aplicables al establecimiento y manejo de plantaciones y sistemas agroforestales.

- Las instituciones públicas y ONG en el sector tienen como función canalizar asistencia técnica, incentivos y otros recursos a los usuarios organizados del bosque. También trabajan en la promulgación y la aplicación de la ley y en el control de actividades ilícitas.
- Las instituciones y ONG deberían señalar a los centros de enseñanza el perfil del grupo técnico y profesional para cumplir adecuadamente su papel, aprovechando la retroalimentación de los usuarios organizados.
- Las universidades y escuelas técnicas deberían desarrollar programas actualizados para formar personas con los conocimientos, actitudes y destrezas requeridas.
- Los mercados actuales indican cuáles de las especies son comerciales, y por ende, ofrecen información para orientar el manejo apropiado del bosque. También pagan por sus productos generando así ingresos para los usuarios del bosque. Cuando se logre cerrar positivamente el triángulo entre los usuarios organizados, el recurso bosque y los mercados, los usuarios se comprometen más con la protección del recurso, y las instituciones y ONG alcanzarán su meta: la perpetuación del bosque.
- Todas las interacciones indicadas ocurren dentro de un contexto socioeconómico y cultural, y también político legal.

Como se puede apreciar todos los actores tienen un papel importante en el proceso de desarrollo forestal y ninguno puede aportar al proceso si trabaja aisladamente. Esta conceptualización facilitará la discusión que se presenta a continuación.

### **Los 10 principios de la ciencia de complejidad al desarrollo forestal**

#### **1. El desarrollo en cualquier campo exige un proceso de adopción que logra "autoreplicarse"**

Los proyectos y programas de desarrollo forestal poseen recursos limitados: tiempo, recursos financieros y humanos. No obstante, buscan incidir en el desarrollo del sector en una forma más amplia de lo que es posible con el uso directo de los recursos disponibles. A veces se refiere a la "sostenibilidad" de las líneas de acción

promocionadas por un proyecto y en otros casos, se habla de la esperanza de lograr un "efecto multiplicador" de los procesos puestos en marcha. En el contexto de desarrollo forestal, lograr un "efecto multiplicador" significa que con el paso del tiempo habrá un número creciente de comunidades y empresas aplicando principios de manejo sostenible. El hecho de que la disponibilidad de recursos de programas nacionales y de ayuda externa no es una constante, implica que el desarrollo forestal exige un proceso de adopción que logra "autoreplicarse". Esta "autoreplicación" necesitaría que los actores locales (representados por usuarios y usuarias organizadas, instituciones, mercados, entre otros) participen en el desarrollo de los conocimientos y las tecnologías necesarias para el desarrollo forestal y ser los principales protagonistas en su adopción, adaptación y diseminación.

#### **2. La "autoreplicación" de un proceso de adopción involucra "beneficios crecientes"**

Para entender este principio es necesario explicar e ilustrar el significado de "beneficios crecientes". El término "beneficios crecientes" se refiere al hecho de que en un campo en desarrollo hay un número cada vez mayor de beneficiarios y participantes relacionados con el proceso. El desarrollo de la industria informática es un buen ejemplo. Hace 20 años muy pocas personas utilizaban computadoras en esta industria y la participación de empresas y el público en general, era muy limitada. Ahora existe el desarrollo y venta de computadoras y accesorios: "software", servicio de mantenimiento, redes informáticas, comercio en el Internet y una gama de posibilidades futuras casi sin límite. Su desarrollo ha implicado un número creciente de beneficiarios y participantes que piden novedosos servicios y destrezas.

De igual forma, la "autoreplicación" de las actividades y estructuras relacionadas con el desarrollo forestal, implicaría contar con más beneficiarios y participantes; por ejemplo: comunidades y grupos indígenas, profesionales que dominan los aspectos técnicos y productivos, vendedores de una oferta cada vez más diversificada

de equipo y repuestos, servicios para apoyar empresas comunales en su organización y en aspectos político legales, investigadores e investigadoras para generar mayores conocimientos sobre el recurso y su utilización, instructores para cursos y talleres, profesores de escuelas técnicas y universidades, estudiantes y profesionales mejor formados, precios más justos, compradores de productos y servicios forestales, mayores incentivos, mejores leyes, empresas que compren y procesen los productos, infraestructura de transporte, certificadores, entre otros. Un reto, entonces, es cómo llegar a contar con una participación creciente en el sector (que responda a una creciente demanda por nuevos servicios y capacidades) en regiones marginadas, como las de frontera agrícola.

#### **3. El desarrollo en cualquier campo requiere poner en práctica estrategias que recompensen un comportamiento positivo por parte de los actores involucrados en el proceso**

El proceso de "autoreplicación" se favorece cuando un comportamiento positivo de alguno de los actores se recompensa. Un "comportamiento positivo" es lo que favorece o aporta al desarrollo sostenible de los bosques naturales, que se supone es una meta de la sociedad. Algunos ejemplos podrían ser la ejecución y análisis de inventarios forestales, la elaboración y aplicación de planes de manejo aprobados, la realización de censos comerciales, la utilización de técnicas de aprovechamiento de bajo impacto, el control local de la tala ilegal y de la expansión de la frontera agrícola. Todas estas acciones demuestran un compromiso con el manejo y conservación del recurso.

Curiosamente, en América Central hay muchos casos donde ocurre exactamente lo inverso. Las comunidades y empresas que trabajan legalmente tienen que gastar muchos recursos en trámites, sufren restricciones en el uso de tecnología, pagan altos impuestos y, a menudo, encuentran poca colaboración. Existen comunidades con planes de manejo aprobados y hasta con certificación forestal que han esperado hasta más de seis meses para un permiso de corta. Este conjunto de factores, en vez de favorecer una par-

ticipación creciente en el manejo de los bosques, ampara la tala ilegal y la deforestación.

Cuando el comportamiento positivo se recompensa se contribuye a la creación de un entorno que favorece el surgimiento de una nueva cultura productiva. Para crear un entorno favorable para el desarrollo forestal, el estado debería tener como política aumentar la competitividad del manejo forestal sostenible; es decir, tomar las medidas necesarias para hacer esta actividad más viable y rentable. No obstante, un acercamiento a los actores que incursionan en dicho manejo ilustra que la política actual ha sido poco efectiva en aumentar la competitividad. Son pocos los esfuerzos destinados para reajustar la carga fiscal de la venta de madera de acuerdo con los ingresos recibidos por los productores y productoras que trabajan legalmente. Se ha encontrado, por ejemplo, que en el Río San Juan, Nicaragua, los impuestos que se pagan en la etapa de aprovechamiento superaron el valor de la propia madera, US\$12,47 contra US\$16,86 (Travisany *et al.* 1999).

Por otro lado, el control ineficaz de la tala ilegal y la comercialización ilícita de madera pone al grupo responsable de productores en grandes desventajas al momento de vender sus productos. Por tener costos más bajos, quienes trabajan ilegalmente pueden ofrecer su madera a precios menores. El resultado, en muchos casos, ha sido un entorno complejo (planes de manejo, permisología onerosa), costoso (planes de manejo, trámites e impuestos) y marginal financieramente (precios bajos, impuestos, costos altos de aprovechamiento y transporte). Mientras persistan éstas y otras desventajas (problemas de tenencia o acceso al recurso) será difícil lograr una "autoreplicación" del manejo forestal sostenible.

#### **4. Una vez que el uso de una tecnología alcanza cierto umbral, los productores difícilmente volverán a utilizar la tecnología anterior**

Este principio es bastante obvio pues abundan los ejemplos que lo ilustran: calculadoras de mano reemplazaron las reglas de cálculo, la computadora dejó atrás la máquina de es-

cribir, etc. De la misma manera, quienes dominan el uso de la motosierra para talar árboles y para procesar madera difícilmente volverán al hacha y la sierra de viento (a menos que no existan recursos para invertir en nuevos equipos o en repuestos). Sin embargo, hay experiencias en el istmo centroamericano donde el estado restringe el uso de tecnología entre el sector productivo campesino aún cuando los técnicos y productores han observado que su uso es eficiente, reduce desperdicios y reduce el desgaste del operario. Donde imperan estas restricciones prolifera la tala ilegal con el uso inadecuado de la motosierra: sin tala dirigida, muchos desperdicios, daños a la regeneración natural y tocones altos.

Las experiencias en la región indican que los productores y productoras no sólo logran alcanzar umbrales tecnológicos sino también umbrales conceptuales. Entre las comunidades que han participado más en procesos de desarrollo forestal se percibe una conciencia mayor sobre lo imprescindible del recurso forestal y su potencial.

Las fuertes campañas publicitarias a favor del ambiente junto con el embate de los desastres ambientales causados por el problema de "El Niño", tormentas tropicales y huracanes, entre otros, han ido acrecentando la preocupación sobre la necesidad de manejar sosteniblemente los recursos naturales (Morales 1999, Nascimento 1998, Díaz 1995). Esta preocupación por el medio, combinado con la búsqueda urgente de alternativas económicas, ha generado condiciones propicias para promover un manejo forestal sostenible.

#### **5. El desarrollo en cualquier campo implica una construcción de abajo hacia arriba**

El manejo forestal sostenible si existe; ocurre en los bosques, no a nivel de los políticos. En este sentido, la conservación y manejo de los bosques naturales si existe, es el producto de los esfuerzos de las poblaciones locales y empresas. Este supuesto implica que es trascendental tomar medidas que faciliten y favorezcan esta lucha y reduzcan las barreras que con frecuencia obstaculizan esta actividad.

Si se acepta esta premisa, las iniciativas políticas deberían tener como meta mejorar la viabilidad del manejo forestal. Hasta ahora no se han puesto en funcionamiento mecanismos explícitos para detectar factores que limitan y dificultan esta actividad, que se podrían reducir mediante reajustes en el entorno político legal. Por otro lado, cuando se introducen modificaciones en el entorno político legal, es vital tratarlas como hipótesis, pues es crítico someterlas a prueba en el campo y tener la flexibilidad para cambiar las medidas que no generen los resultados esperados.

#### **6. El desarrollo en cualquier campo implica que los grupos de base tomen decisiones apropiadas**

Participar en el surgimiento de un proceso de manejo forestal sostenible implica que los productores (comunidades, grupos indígenas, empresas) tomen las decisiones apropiadas. La toma de estas decisiones a menudo es poco clara, pues generalmente hay carencia de información. Si no hay disponibilidad ¿cómo pueden los actores en el proceso tomar las decisiones apropiadas? Pero más allá de su disponibilidad, los usuarios tienen que desarrollar la capacidad de analizarla y entenderla.

En muchas regiones del istmo las comunidades pueden acceder a muy poca información. Pocas instituciones llegan a las comunidades con información presentada en un formato fácilmente digerible por los usuarios; sin embargo, se espera una participación creciente de comunidades en actividades de manejo forestal. Esta carencia abarca varios aspectos en el área técnica, legal, en los trámites, mercados y canales de comercialización, entre otros.

#### **7. En el desarrollo en cualquier campo lo importante es el proceso, no el logro de un "resultado final"**

Como se ha escrito, la problemática que se afronta en los esfuerzos para promocionar el desarrollo forestal es muy compleja. En proyectos de corto a mediano plazo no se puede esperar resolverla, ni tampoco en proyectos de más largo plazo. Por consiguiente, en vez de fijarse en un "resultado final" se debería prestar más atención al comportamiento ac-



Foto: Proyecto IKANS/UKMA/CAIIE.



*Gran parte de los esfuerzos que se realicen para lograr el manejo forestal sostenible deberán estar orientados hacia el ser humano y a la búsqueda de una mejor calidad de vida.*

tes es la falta de relaciones constructivas entre los diferentes actores y hasta una actitud de desconfianza (De Camino 2000). A menudo los contactos son muy esporádicos, lo que dificulta la creación de espacios adecuados para construir sobre una base cada vez más sólida de experiencia. En muchos casos no hay claridad en las relaciones; puede haber corrupción, conflictos de interés y hasta miedo de actuar (de perder control) o simplemente se subestima el valor de la comunicación y la colaboración. El resultado es que en vez de facilitar el proceso se le dificulta. El cumplimiento de este principio tampoco es difícil de monitorear:

- ¿Los grupos productivos disponen de apoyo técnico, de tipo político legal y para fortalecer su organización y capacidades empresariales?
- ¿Cómo se tipificarían las relaciones entre los grupos productivos y los mercados?
- ¿La relación entre los grupos productivos y el estado es de cooperación o existen problemas que obstaculizan el manejo forestal?
- ¿Los proyectos de transferencia y

ONG generan y diseminan información de utilidad para los grupos productivos?

- ¿Hay procesos para readecuar las normas y reglamentos para favorecer las iniciativas responsables de manejo forestal (con la amplia participación de grupos productivos, gremios profesionales, ONG e instituciones públicas involucrados en la actividad)?

En Honduras y Nicaragua se han formado redes de cooperación horizontal para fortalecer la interacción entre los distintos grupos interesados en el manejo y conservación de bosque (instituciones del sector público, grupos productivos, empresas, universidades, ONG, proyectos y centros de investigación). Las redes ofrecen una estructura idónea para compartir experiencias, diseminar información, coordinar actividades de capacitación, asistencia técnica y de investigación y generar insumos para foros políticos.

### **9. Cambios socioculturales ocurren con mucho más rapidez que los cambios biológicos**

Para fines de este artículo se puede reformular este principio de la si-

guiente manera: "los procesos socioculturales ejercen una influencia mayor sobre los bosques que los trastornos ambientales." Durante millones de años las principales influencias sobre los bosques estuvieron relacionadas con los disturbios naturales -fuegos, huracanes, derrumbes y tormentas- y los cambios geográficos y climáticos que ejercieron su efecto sobre el recurso en diferentes escalas espaciales y temporales. Las especies dentro del bosque evolucionaron para responder a estos disturbios y cambios, proceso que ha dado origen a los ecosistemas actuales. En la actualidad los procesos socioculturales ejercen una influencia mayor sobre los bosques que los trastornos ambientales. Los bosques del Litoral Norte de Honduras pueden recuperarse en relativamente poco tiempo de huracanes como Fifi y Mitch (Ferrando 1998; Rivas 2000), pero no de su conversión en pastizales y áreas bajo cultivo. De hecho las amenazas más grandes para el bosque tropical son la expansión de la frontera agrícola y el cambio de uso de la tierra: ambos procesos socioculturales. Por ende, una proporción grande

de los esfuerzos para lograr el manejo forestal sostenible -que abarca la conservación del bosque- necesariamente debe orientarse hacia el ser humano y su búsqueda de una vida mejor.

#### **10. El desarrollo implica alcanzar "umbrales interactivos" entre diferentes actores, una expansión de actividades deseables y un aumento en la complejidad del sistema**

Este principio engloba varios conceptos tratados en puntos anteriores. Ya se explicó la importancia de las interacciones entre los diferentes actores en el manejo forestal sostenible. Con el tiempo estas interacciones deberían alcanzar umbrales que permitan consolidar procesos positivos y avanzar hacia la situación deseada. Los grupos productivos con interés deberían tener acceso y apoyo para reforzar sus organizaciones y para planificar y ejecutar el manejo forestal en forma apropiada. Además deberían disponer de información actualizada sobre mercados y precios para sus productos y normas de calidad.

En el fondo se busca lograr un aumento en la complejidad de los distintos procesos que forman parte del manejo forestal. Donde predominaba el corte artesanal de árboles para mercados pobres locales o la explotación empresarial de gran escala, sin planes de manejo, sin la aplicación de normas técnicas y sin la administración adecuada de los recursos generados, se busca la formulación de objetivos claros, una planificación cuidadosa del manejo, la aplicación de criterios y normas técnicas en la ejecución del manejo, una clara y justa relación entre grupos productivos y compradores de madera, una manipulación adecuada de los productos del bosque, esfuerzos activos para frenar la tala ilegal y la expansión de la frontera agrícola. Es

evidente que semejantes cambios exigen interacciones positivas entre los diferentes actores y un aumento en la complejidad de los procesos.

#### **Comentarios finales**

Desde la perspectiva de la ciencia de complejidad, el manejo sostenible de los bosques naturales tropicales requiere un proceso de adopción que logre "autoreplicarse", lo cual involucra un número creciente de beneficiarios y participantes. Esta creciente participación se favorece recompensando un comportamiento positivo por parte de los actores y creando un entorno favorable para la actividad. Como el desarrollo forestal es complejo y de largo plazo, las entidades involucradas pueden hacer aportes irrelevantes sin alcanzar el "objetivo de desarrollo". Es importante tomar en cuenta los avances logrados y no fijar la mirada sólo en un "resultado final". Gradualmente se espera una modernización del sector y su consolidación de abajo hacia arriba, pues el manejo forestal ocurre en el campo. El protagonismo en el ámbito de los grupos productivos depende de la generación, diseminación y manejo de información relevante y actualizada. Por ende, es imperativa la interacción entre los diferentes actores en el proceso.

En los esfuerzos para fomentar el manejo forestal sostenible se deben evitar callejones sin salida. La promoción de manejo forestal en regiones donde la actividad apenas intenta despegar trae riesgos; los más susceptibles a estos riesgos son los mismos productores. Para evitar el peligro de desanimar (en vez de animar) a los actores más destacados en el manejo forestal sostenible es requisito mitigar los riesgos, trabajar a una escala reducida y construir sobre una base de ex-

periencias exitosas. Como ya se señaló, cuando el grupo productor percibe beneficios tangibles por sus esfuerzos (una recompensa) hay una mayor probabilidad de que se logre con el tiempo una "autoreplicación" de la adopción de los procesos de manejo.

El mundo no se caracteriza por el predominio del orden y estabilidad. La naturaleza más bien está conformada por cambios y disturbios constantes. Por eso no es útil fijar las metas en un final estático, sino fomentar la capacidad de adaptación en un planeta cambiante. De hecho, no es realista pensar que se puede parar los procesos dinámicos en los países. Si uno acepta que la tierra está en un proceso permanente de cambio, debería ser posible reorientar gradualmente la dirección en que marchan las cosas. Como no existe un estado estable siempre habrá avances de un estado dinámico a otro estado dinámico.

Todos y todas somos participantes en el mundo, como personas involucradas en actividades de "desarrollo forestal" intervenimos. En este contexto es fundamental destacar lo acertado de la observación. Desde la perspectiva de la ciencia de complejidad y los 10 principios señalados, ¿cómo calificaría usted el desarrollo forestal sostenible en su región con base en sus observaciones? Es preciso cultivar y mantener una actitud objetiva y un grado profundo de honestidad, porque sólo así se puede monitorear y evaluar nuestros esfuerzos para fomentar el manejo forestal sostenible.



*Glenn Galloway*

*Líder del Proyecto TRANSFORMA  
CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica  
Tel. (506) 556-2703 Fax. (506) 556-7730  
E-mail: galloway@catie.ac.cr*

#### **Literatura citada**

- Almeida, EN. de. 1998. Análisis de adopción y adaptación campesina de sistemas agroforestales con cultivos anuales en cuatro comunidades del Municipio de San Juan Opico en El Salvador. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 98 p.
- De Camino, R. 2000. Documento en preparación sobre la aplicación de criterios e indicadores. Costa Rica.
- Díaz, Y. 1995. Socioeconomía y silvicultura del establecimiento de plantaciones forestales en fincas pequeñas del Cantón Perez Zeledón, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 95 p.
- Ferrando O; JJ. 1998. Composición y estructura del bosque latifoliado de la costa norte de Honduras: pautas ecológicas para su manejo. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 71 p.
- Morales, ME. 1999. Importancia del manejo forestal en una comunidad campesina, Toncontín (La Ceiba, Honduras). Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 130 p.
- Rivas, H. 2000. Impacto del Huracán Mitch en rodales intervenidos y no intervenidos, en tres sitios de la Zona Norte de Honduras. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 107 p.
- Travisany, G; Ambrogi, R; Cisneros, N. 1999. Comercialización de madera en la Zona de Amortiguamiento de la Gran Reserva Indio-Mafz, Municipio de El Castillo. Informe final de consultoría, Proyecto CATIE/TRANSFORMA, 56 p.
- Waldrop, MM. 1992. Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos. Simon y Schuster. 380 p.

# Conteo de *Poisson*:

## Modelos econométricos para explicar la adopción de tecnologías agrícolas por pequeños productores en El Salvador y Panamá

El estudio pretende enriquecer el conocimiento metodológico actual, explorando el uso de modelos no-lineales más avanzados y apropiados para evaluar la adopción de las tecnologías agrícolas y agroforestales por los pequeños productores y productoras en América Central.

Octavio A. Ramírez  
Steven D. Shultz  
Robert R. Hearne  
Manuel Gómez

Foto: Archivo CATIE.



**Resumen**

En general, las evaluaciones de los factores que influyen en la adopción de las tecnologías de manejo agrícola y de los recursos naturales, entre los pequeños productores y productoras de Centroamérica, se han limitado a discusiones cualitativas superfluas o a simples estadísticas descriptivas; por esto, los hallazgos, han sido, posiblemente, no concluyentes. En contraste, el presente estudio utiliza los modelos de regresión de conteo de Poisson para explicar el impacto de los factores socioeconómicos, biofísicos e institucionales sobre la adopción de las nuevas tecnologías agroforestales y de conservación del suelo, entre pequeños productores de Panamá y El Salvador.

Los modelos de conteo de Poisson tienen mejor desempeño que las técnicas utilizadas anteriormente de especificaciones alternativas o de estimación, las que incluyeron cuadrados mínimos ordinarios, Probit y Logit.

**Palabras clave:** Métodos de cultivo; recursos naturales; agroforestería; transferencia de tecnología; adopción de innovaciones; modelos econométricos; pequeño agricultor; América Central.

**Abstract**

**Poisson count: Models to explain the adoption of different agricultural technologies by small farmers in El Salvador and Panamá.** Evaluations of the factors influencing the adoption of agricultural and natural resource management technologies among small farmers in Central America have for the most part been limited to qualitative discussions or simple descriptive statistics resulting in superficial and/or inconclusive findings. This study, in contrast, uses Poisson count regression models to explain the impact of socio-economic, bio-physical, and institutional factors on the adoption of agroforestry and soil conservation technologies among small farmers in Panama and El Salvador. The Poisson count models perform substantially better than previously used alternative estimation techniques, including Ordinary Least Squares, Probit and Logit.

**Keywords:** Cultural methods; natural resources; agroforestry; technology transfer; innovation adoption; econometrie; models; small farmers; Central America..

En los últimos diez años las instituciones internacionales, nacionales, locales y no-gubernamentales han invertido, y siguen destinando muchos recursos, en la transferencia de tecnología agroforestal y de agricultura sostenible a las personas dedicadas al trabajo de la tierra que vivan en terrenos muy inclinados y degradados (Byrnes 1992 y Kaimowitz 1993). La mayoría de estos esfuerzos se ha materializado en proyectos de conservación de suelos y agroforestería, que pretenden transferir tecnologías apropiadas para reducir la degradación de los recursos naturales y, simultáneamente, incrementar los ingresos de este sector productivo.

Evaluar el impacto de dichos proyectos, mediante un proceso que cuantifique esta adopción, en conjunto con una evaluación de los factores socioeconómicos, biofísicos e institucionales que influyen en ella, es crítico para alcanzar los objetivos que se proponen. Sin embargo, en Centroamérica, durante los últimos diez años son pocas las acciones ejecutadas sobre transferencia tecnológica que han sido evaluadas eficiente y adecuadamente, debido, por un lado, al limitado financiamiento. Otras, en cambio, cuentan con el presupuesto necesario para evaluar; sin embargo, tampoco han logrado verdaderas evaluaciones

de impacto por la falta de datos o por planteamientos metodológicos inadecuados. El resultado en ambos casos es que la mayoría de las evaluaciones sólo muestran efímeras descripciones o datos cualitativos de poca estructura sobre las tendencias de adopción de la nueva tecnología.

Específicamente en los países en vías de desarrollo, la mayoría de los estudios que han evaluado la adopción de transferencia tecnológica agrícola y agroforestal han arrojado resultados descriptivos; algunos basados en un análisis bivariable o, a lo sumo, en modelos multivariantes de cuadrados mínimos ordinarios -OLS- (por ejemplo, estudios de casos en Current *et al.* 1995, Gómez 1995, Melgar 1995); que tampoco han cuantificado efectivamente la relación entre las variables biofísicas, socioeconómicas e institucionales y las escalas de adopción de la tecnología.

Uno de los factores limitantes ha sido que las variables dependientes (las mediciones del nivel de adopción en las fincas) raras veces son continuas, lo que hace ineficiente la técnica multivariable de regresión, utilizada convencionalmente.

Gran cantidad de profesionales que trabajan en el área de las ciencias sociales de los países en desarrollo desconocen las especificaciones no-lineales alternativas de los modelos. Pocos han intentado utilizar los mo-

delos binomiales Probit o Logit, cuando han enfrentado el problema de cómo tratar las variables dependientes (los niveles de adopción, por ejemplo) que, en los países en desarrollo, muchas veces no son verdaderamente binomiales (Melgar 1995). Frecuentemente, la solución desafortunada ha sido intentar clasificar los niveles de adopción en sólo dos categorías: 1 = adopción completa, 0 = ninguna adopción; este proceder ocasiona errores estadísticos inaceptables.

El objetivo principal de este estudio es contribuir a enriquecer esta falta de conocimiento metodológico, explorando el uso de los modelos no-lineales más avanzados y apropiados para evaluar la adopción de las tecnologías agrícolas y agroforestales por los pequeños productores y productoras en Centro América. Específicamente, se evalúan los modelos de Probit ordenado y conteo de Poisson donde se asume que la variable dependiente es ordenada o gradiente. Como de costumbre, las variables explicativas son las características socioeconómicas de los productores, las características biofísicas de sus fincas y los factores institucionales asociados con el esfuerzo de la extensión. Los modelos son utilizados para evaluar dos proyectos de transferencia de tecnología agroforestal conducidos independientemente en la región: un proyecto agroforestal en Panamá

y otro de conservación de suelos en El Salvador.

### Mediciones de la adopción y la necesidad de modelos ordenados o de conteo

En Centroamérica, la adopción de las nuevas tecnologías no es un proceso directo. La mayoría de las tecnologías agroforestales y de la agricultura sostenible consisten en varias prácticas que, aunque funcionan mejor cuando se usan en conjunto, pueden ser utilizadas independientemente. Además, los productores rara vez adoptan las prácticas individuales como se recomiendan, sino más bien, las modifican de acuerdo con sus medios y necesidades (Nelson 1994); este tipo de práctica las hace menos eficaces desde un punto de vista técnico. Por consiguiente, muchas veces, en el intento de medir la adopción en estos países se obtiene que las variables -categóricamente ordenadas- tomen valores de "nada, bajo, medio, alto y total". Por ejemplo, en los dos proyectos de transferencia de tecnología monitoreados de manera independiente la adopción por los productores fue clasificada en un mínimo de tres categorías, en un caso, y un máximo de ocho en otro.

Bajo tales circunstancias, utilizar la técnica OLS para estimar un modelo lineal multivariable no es la elección estadística más apropiada. El procedimiento OLS tiene mejor desempeño cuando la variable  $Y$  es dependiente; por eso el término de error de regresión "e" es continuo y distribuido en una forma normal.

En algunos casos, aunque la adopción era medida originalmente como una variable ordenada de conteo, después fue transformada a una variable binomial por el proceso de asignarle, por ejemplo, un valor de uno cuando el nivel de la adopción era alto o completo y de cero cuando no. Entonces, los modelos binomiales de Logit o Probit, en los cuales la probabilidad de la ocurrencia de la variable dependiente sigue una distribución normal acumulativa o logística, fueron ajustados (Melgar 1995).

El problema con el planteamiento anterior es el error obvio de medición inducido en la adopción de las varia-



Foto: Archivo CATIE.

bles dependientes. Como indica Monardes (1994) el fenómeno de la adopción parcial o por pasos no puede ser capturado por una variable dependiente que tiene un carácter dicotómico o binomial. Teóricamente los modelos de Logit o Probit (binomiales) sólo son apropiados cuando la variable dependiente tiene un carácter verdaderamente binomial. Por contraste, la evidencia empírica apoya el hecho de que la adopción de las tecnologías agrícolas y agroforestales por los pequeños productores y productoras es en forma de gradiente. Así, dicha adopción ocurre en escalas diferentes; posiblemente de una manera secuencial en vez de paquetes tecnológicos completos (Bentely y Andrews 1996, Byerlee y Polanco 1986).

Una nueva clase de modelos econométricos apareció recientemente en la literatura bajo el título general de "Modelos de regresión de la duración del conteo del evento" (Event Count Duration Regression Models, ECDR) (King 1989a). Estos modelos tienen potencial para analizar los datos de la adopción porque suponen que la variable dependiente resulta del conteo de los eventos, utilizando números reales, positivos y enteros; un proceso que obviamente se relaciona con una escena de ordenamiento (adoptar dos prácticas es más que aceptar sólo una, por ejemplo). Los econométricos ya han aplicado con

mucho éxito las especificaciones de los ECDR.

Teóricamente, los modelos ECDR parecen ser muy apropiados para analizar ciertos tipos de datos de la adopción tecnológica; en comparación con los Logit o Probit, éstos tienen la ventaja de poder predecir los niveles de adopción que pueden esperarse de un productor que, por ejemplo, ha estado expuesto a determinado programa de extensión y presenta un perfil socioeconómico específico. Ellos también proveen una manera simple de cuantificar el impacto relativo que las diferentes variables independientes pueden tener sobre el nivel de adopción.

La especificación de modelos de regresión de conteo de eventos de Poisson resulta en la siguiente relación estadística (King 1989b):

$$E[y_i] = \exp(bx_i), \quad i=1, \dots, n$$

Donde:

$E[y_i]$  es el valor esperado de la variable dependiente para la observación  $i^o$ ,  $\exp$  representa la función exponencial,  $b$  es un vector de parámetros 1 por  $K$ ,  $x_i$  es un vector  $K$  por 1, que contiene los valores tomados por las variables independientes  $K$ , por la observación  $i^o$  y,  $n$  es el número de observaciones.

Una vez estimado el valor de  $b$ , (1) puede ser utilizado para predecir el nivel de adopción que se esperara dado el valor tomado por cualquier grupo de variables independientes  $x_i$ .

### Una introducción a los proyectos de transferencia tecnológica

Un estudio de la adopción de las Tecnologías de Sistemas Agroforestales (AST) fue elaborado en Panamá por Gómez (1995). El investigador evaluó el "Proyecto agroforestal para el desarrollo comunitario" (INRENA-RE/CARE) y el "Proyecto para la producción alimenticia y el desarrollo comunitario en las zonas marginales", en las provincias Coclé, Herrera y Los Santos. Ambas acciones han promovido los sistemas agroforestales entre los pequeños productores, por aproximadamente seis años.

prácticas propuestas al comienzo y después incrementaron las áreas o establecieron otros tipos de prácticas agroforestales. Se clasificó como media para quienes adoptaron por lo menos una de las prácticas agroforestales propuestas y la mantuvieron adecuadamente, pero no incrementaron las áreas ni adoptaron más prácticas agroforestales. Se clasificó baja cuando adoptaron una de las prácticas al inicio pero la abandonaron en el momento de la evaluación. Los datos sobre los factores biofísicos, socioeconómicos, e institucionales obtenidos parecen influir la adopción.

confeccionó una encuesta sobre la adopción (1995), utilizó una muestra aleatoria de 72 productores participantes. Posteriormente, calculó una tasa de adopción para cada productor ponderando cada práctica por la calidad evaluada (alto = 1, medio = 2/3, o bajo = 1/3) y después dividió la suma ponderada entre el número total de prácticas recomendadas para esa finca en particular. Por consiguiente, las posibles tasas de adopción variaron del 0% al 10%, pero sólo se podía tomar un número limitado de valores distintos dentro de ese rango. Además aglutinó datos sobre los factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales que parecieron influir en la adopción.

### Una comparación de los modelos de conteo de Poisson con las especificaciones alternativas

Con la excepción de la similitud relativa entre los modelos Logit y Probit Binomial, los modelos evaluados en este estudio son muy distintos el uno del otro en el ámbito estadístico. En todo caso, es posible elaborar una razón de probabilidad o una prueba F para valorar si el modelo explica una proporción estadísticamente significativa de la variación en la variable dependiente. Sin embargo, estas pruebas no ayudan a comparar el desempeño relativo de los modelos en cualquier situación específica.

Cuando se usa el OLS, el Coeficiente de Determinación Múltiple ( $R^2$ ) está disponible como una medida del "mejor ajuste"; por ejemplo el porcentaje de la variación de las variables independientes en la muestra explica las variables dependientes. Cuando se usan los modelos Probit o Logit, binomiales, el "porcentaje de las observaciones correctamente predichas" se puede calcular como una medida del "mejor ajuste". Es bien conocido que éste no es comparable con el  $R^2$ . No hay medidas empíricamente significativas del "mejor ajuste" para los modelos de regresión de conteo de *Poisson*.

Un criterio de peso para comparar el desempeño de estos modelos es la precisión relativa con la que ellos estiman los parámetros que cuantifican el impacto de las variables de la adop-



Foto: Archivo CATIE.

Las tecnologías agroforestales promocionadas incluyeron bosquetes, árboles intercalados con cultivos agrícolas y el uso de árboles como cercas vivas y cortinas rompevientos, dependiendo de los factores específicos de suelo, pendiente y las condiciones agronómicas en cada sitio de finca. Los cultivos mixtos incluyeron arroz y yuca. Las especies de árboles recomendadas fueron las de rápido crecimiento y uso múltiple: pino (*Pinus caribaea*), eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), acacia (*Acacia mangium*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*).

En esta evaluación la adopción fue clasificada en tres categorías: alta, media y baja. Se clasificó la adopción como alta cuando los productores adoptaron por lo menos una de las

Melgar (1995) y Faustino y Shultz (1996) efectuaron una evaluación de un proyecto de transferencia tecnológica sobre la conservación de suelos en la subcuenca del río Las Cañas en El Salvador; el proyecto se ejecutó de 1991 hasta 1995. En su fase de extensión los investigadores trabajaron directamente con los productores locales identificados como líderes de fincas, para establecer las parcelas de demostración o prueba. Utilizaron variedad de prácticas de conservación de suelos que incluyeron: zanjas en curvas de nivel y sistemas de drenaje; barreras vivas, de piedra y cercas; fertilizantes orgánicos, terrazas individuales, prácticas agroforestales y estufas de leña más eficientes.

Hacia el final del proyecto, Melgar

ción; esto puede ser lo más relevante, pues, muchas veces, el objetivo principal de analizar la adopción de proyectos es identificar cuáles factores tienen un efecto sobre la adopción y cuantificar la magnitud de impacto. Con base en ese criterio, las estadísticas de los Cuadros 1 y 2 llevan a una conclusión clara: utilizar la regresión de conteo de *Poisson* rinde resultados excelentes en todos los casos; más bien, es la única especificación de modelo que permite una evaluación estadísticamente rigurosa sobre los factores que afectan la adopción en cualquiera de los dos proyectos evaluados.

**Resultados: la adopción de los sistemas agroforestales en Panamá**

El Cuadro 1 muestra los resultados de la aplicación del modelo de regresión de conteo de *Poisson* para evaluar los factores que influyen en la adopción de los sistemas agroforestales en Panamá. Un objetivo clave, del estudio financiado por el Banco Mundial que examinó más de 21 proyectos agroforestales en seis países de América Central y el Caribe, fue determinar los factores que influyen en la adopción de los sistemas agroforestales en estos países.

En este estudio las cinco variables

que tuvieron un impacto estadístico significativo sobre la adopción fueron: i) tamaño de finca; ii) nivel de educación; iii) contacto frecuente con otros productores; iv) haber recibido y aplicado asistencia técnica anteriormente; y v) tenencia de tierras. Con respecto al "tamaño de finca" se estima que las tasas de adopción de las prácticas agroforestales sobre las fincas medianas (20 ha promedio) fueron aproximadamente 5% más altas que las tasas de adopción de las fincas pequeñas (2,5 ha promedio). Similarmente, las fincas grandes (75 ha promedio) tuvieron tasas de

**Cuadro 1.** La adopción de los sistemas y las prácticas agroforestales en las provincias de Coclé, Herrera y Los Santos, Panamá

| Variable   | Unidad de medida | Cuadros Mínimos       |                    | Logit Binomial        |                    | Probit Binomial       |                    | Conteo de Poisson     |                    |
|--|------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|  |                  | Estimado de Parámetro | Valor P            |
| Intercepto   |                  | 0,613                 | 0,105              | 5,834                 | 0,031              | -3,424                | 0,025              | -0,165                | 0,186              |
| Si el productor recibió consejos técnicos agroforestales | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,112                 | 0,624              | -0,980                | 0,464              | 0,497                 | 0,495              | 0,075                 | 0,279              |
| Si el productor participó en un curso corto agroforestal | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,104                 | 0,679              | -0,723                | 0,657              | 0,327                 | 0,713              | 0,064                 | 0,282              |
| Si el productor había recibido asistencia técnica antes  | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,088                 | 0,725              | -0,004                | 0,998              | -0,008                | 0,994              | 0,063                 | 0,278              |
| Tamaño de la finca                                       | Hectáreas        | 0,005                 | 0,338              | -0,033                | 0,417              | 0,020                 | 0,390              | 0,002                 | 0,077 <sup>2</sup> |
| Número de años de educación formal de productor          | # Años           | 0,086                 | 0,058 <sup>2</sup> | -0,677                | 0,039 <sup>1</sup> | 0,387                 | 0,043 <sup>1</sup> | 0,052                 | 0,006 <sup>1</sup> |
| Años de experiencia en la siembra de árboles             | # Años           | 0,013                 | 0,412              | -0,202                | 0,082 <sup>2</sup> | 0,116                 | 0,091 <sup>2</sup> | 0,009                 | 0,163 <sup>3</sup> |
| Tenía contacto frecuente con otros productores           | 1 (Si) o 0 (No)  | -0,439                | 0,056 <sup>2</sup> | 2,891                 | 0,085 <sup>2</sup> | -1,594                | 0,085 <sup>2</sup> | -0,217                | 0,003 <sup>1</sup> |
| Tenía contacto frecuente con extensionistas              | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,035                 | 0,907              | 1,796                 | 0,584              | -0,966                | 0,599              | 0,005                 | 0,487              |
| Tiene acceso al crédito                                  | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,042                 | 0,866              | -1,168                | 0,423              | 0,659                 | 0,456              | 0,034                 | 0,364              |
| Había aplicado una nueva tecnología recientemente        | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,847                 | 0,003 <sup>1</sup> | -4,710                | 0,229              | 2,713                 | 0,219              | 0,531                 | 0,000 <sup>1</sup> |
| Área de uso futuro de sistemas agroforestales            | Hectáreas        | 0,188                 | 0,227              | -0,528                | 0,495              | 0,359                 | 0,431              | 0,066                 | 0,150 <sup>3</sup> |
| El productor era el dueño del terreno                    | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,186                 | 0,495              | -1,926                | 0,258              | 1,126                 | 0,268              | 0,150                 | 0,105 <sup>2</sup> |
| El uso de la tierra era extensivo                        | 1 (Si) o 0 (No)  | 0,044                 | 0,857              | 2,522                 | 0,113 <sup>3</sup> | -1,459                | 0,128 <sup>3</sup> | -0,024                | 0,415              |

<sup>1</sup> Impacto muy probable, <sup>2</sup> Impacto probable, <sup>3</sup> Impacto posible

**Cuadro 2.** La adopción de las prácticas de la conservación del suelo en la Cuenca del Río Las Cañas, El Salvador

| Variable                                       | Unidad de medida | Cuadros Mínimos       |                    | Logit Binomial        |                    | Probit Binomial       |                    | Conteo de Poisson     |                    |
|--|------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|  |                  | Estimado de Parámetro | Valor P            |
| Intercepto                                     |                  | 81,832                | 0,000              | 2,472                 | 0,296              | -1,578                | 0,271              | 4,409                 | 0,000              |
| Años de participación en el proyecto           | # Años           | 1,429                 | 0,151 <sup>3</sup> | -0,393                | 0,209              | 0,231                 | 0,214              | 0,016                 | 0,051 <sup>2</sup> |
| Distancia de la finca al camino principal      | Kilómetros       | -0,806                | 0,319              | -0,015                | 0,947              | 0,000                 | 1,000              | -0,000                | 0,235              |
| Área de la finca que está cultivada            | # Hectáreas      | -0,132                | 0,656              | 0,082                 | 0,432              | -0,051                | 0,418              | -0,002                | 0,214              |
| Número de hijos en la familia                  | # Hijos          | 0,132                 | 0,077 <sup>2</sup> | -0,470                | 0,162 <sup>3</sup> | 0,293                 | 0,158 <sup>3</sup> | 0,012                 | 0,002 <sup>1</sup> |
| Nivel de educación formal                      | 1/2/3            | 10,76                 | 0,587              | -0,010                | 0,985              | 0,026                 | 0,939              | 0,012                 | 0,284              |
| Edad   | # Años           | -0,244                | 0,900              | -0,073                | 0,890              | 0,052                 | 0,869              | -0,003                | 0,437              |
| El productor trabaja en la finca               | 1 (Si) o 0 (No)  | 1,439                 | 0,508              | -0,920                | 0,138 <sup>3</sup> | 0,576                 | 0,123 <sup>3</sup> | 0,016                 | 0,253              |
| El productor es propietario                    | 1 (No) o 0 (Si)  | -3,674                | 0,259              | 1,140                 | 0,234              | -0,676                | 0,225              | -0,040                | 0,078 <sup>2</sup> |
| El productor contrata mano de obra             | 1 (Si) o 0 (No)  | 1,448                 | 0,506              | 0,027                 | 0,965              | -0,009                | 0,981              | 0,016                 | 0,240              |
| Número de cultivos sembrados                   | # Cultivos       | 1,162                 | 0,197 <sup>3</sup> | -0,559                | 0,045 <sup>1</sup> | 0,347                 | 0,036 <sup>1</sup> | 0,013                 | 0,060 <sup>2</sup> |
| Número de visitas del extensionista            | # Visitas        | 1,400                 | 0,364              | -0,438                | 0,309              | 0,267                 | 0,304              | 0,016                 | 0,138 <sup>3</sup> |
| Número de incentivos que se ofrecía incentivos | # Tipos de       | -1,918                | 0,272              | 0,530                 | 0,277              | -0,321                | 0,280              | -0,021                | 0,123 <sup>3</sup> |

<sup>1</sup> Impacto muy probable, <sup>2</sup> Impacto probable, <sup>3</sup> Impacto posible

adopción de un 15% más altas que las medianas.

Los productores de educación primaria mostraron tasas de un 40% más altas que quienes no contaron con educación formal. El terminar los estudios secundarios incrementó las tasas en otro 30%. El que los involucrados tuvieran grados educativos relativamente bajos y la presencia recurrente de analfabetismo sugiere que la educación secundaria puede ser un factor determinante en la adopción de tecnología.

terreno de la finca- no tuvo un impacto estadísticamente significativo sobre la adopción. La variable "número de años de experiencia forestal" no pareció influir. Se observó que en el caso de las prácticas agroforestales el acceso al crédito no fue estadísticamente significativo, quizás porque casi todos los productores pequeños no utilizan el crédito para pagar la mano de obra, insumo principal en la mayoría de los sistemas agroforestales. Sin embargo, gran cantidad de ellos recibieron muchos de los insumos necesarios como

los niveles de adopción de las prácticas de conservación de suelos promovidas por el proyecto río Las Cañas: i) número de años participando en el proyecto, ii) número de hijos en la familia, iii) tenencia de la tierra (inquilinos), y iv) número de cultivos sembrados en la finca.

Fueron estimadas las tasas de adopción de los participantes durante los cuatro años en aproximadamente 5% más altas que quienes lo concurren por un solo año. El nivel base de adopción promedio fue de 80% pero una diferencia de 5% lo hace ser un cambio empíricamente relevante. Tal diferencia podría indicar, por ejemplo, que se implementaba una práctica adicional o un mantenimiento mejor de las obras de conservación del suelo.

El número de hijos en las familias campesinas rondaba entre 0 y 13, aproximadamente, la mitad de las familias no tenían hijos y la mayoría tenía menos de 5 hijos. Esta variable fue estadísticamente significativa y se estima que cada hijo adicional incrementó las tasas de adopción un 2%; la necesidad de mano de obra para establecer y mantener las obras y prácticas de conservación del suelo son muy intensivas.

Aunque casi la mitad de las familias en el área de enfoque no contaban con el título de propiedad de la tierra donde viven y cultivan, 63 de los 72 productores que participaron si lo poseían (la participación fue promovida, no obligatoria). Así la tenencia de tierra parece ser un factor clave que impulsó a los participantes a involucrarse en el proyecto. Sin embargo, en general, los 9 productores que no tenían los títulos de su propiedad parecieron tener grados de adopción ligeramente más altos que los demás. Se piensa que ellos tenían algún motivo especial para mejorar la tierra que habían cultivado. Más bien, algunos de los productores inquilinos cambiaban con los dueños de la tierra los derechos de usar la tierra por el establecimiento de prácticas de conservación de suelos (Melgar 1995).

El número de cultivos sembrados tuvo un efecto positivo y significativo sobre la adopción. Los productores participantes sembraban entre 1 y 6 cultivos diferentes (un promedio de



Foto: Archivo CATIE.

Este proyecto agroforestal se implementó exclusivamente a través de las organizaciones comunitarias y de productores y por lo tanto el efecto de este factor sobre la adopción no se podría valorar. Sin embargo, las variables "contacto frecuente con extensionistas" y "haber recibido asistencia técnica anteriormente" no parecieron tener un impacto sobre la adopción. Además, ninguna de las variables que representa el tipo y grado de asistencia del extensionista hacia los productores, fue estadísticamente significativa. Por otra parte, los productores que anteriormente habían aprendido y aplicado tecnologías mejoradas mostraron mayor disposición (70%) para adoptar las prácticas de sistemas agroforestales promovidas por este proyecto.

La tenencia de la tierra -definida como tener el título de propiedad del

incentivos gratuitos para participar en el proyecto (Gómez 1995).

Aparentemente se incluyó la variable "área deseada para los sistemas agroforestales futuros," en la encuesta, con la intención de utilizarla como un sustituto para la probabilidad de la adopción. Esta variable demostró un efecto positivo pero no muy significativo.

### **Resultados: La adopción de las prácticas de conservación de suelos en El Salvador**

El Cuadro 2 sintetiza los resultados de los análisis de regresión de conteo de Poisson sobre los factores que influyen la adopción de las prácticas de conservación del suelo en El Salvador. Utilizando este análisis fueron identificados cuatro factores de impacto estadístico significativo, sobre

2,5). Se estima que en general la diferencia entre un productor que siembra un solo cultivo y otro que cultiva 6 albergaría un incremento en la tasa de adopción de aproximadamente 7%, lo que representa un cambio empíricamente valioso sobre una base de 80%. Parece que los sistemas muy diversificados de cultivos son más compatibles con la construcción y el mantenimiento de las obras de la conservación del suelo por razones agronómicas (manejo del suelo); o quizás, estos se consideran más como una inversión a largo plazo que un monocultivo.

Estadísticamente, las variables no-significativas incluyeron: distancia de las fincas al camino principal, número de visitas de extensión recibidas, tamaño de las fincas, edad de los productores y su nivel de educación formal, y número y tipo de incentivos provistos.

El tiempo podría ser uno de los factores que explique por qué los incentivos no fueron asociados con niveles más altos de adopción en este estudio. Dar incentivos puede incrementar la probabilidad de participación inicial y podría interesar a los productores no convencidos, si se distribuyeran en las primeras etapas del proyecto, como se hizo en este proyecto. Sin embargo, las obras de conservación del suelo exigen el mantenimiento continuo para evitar el deterioro gradual; por lo tanto y porque el 60% de las fincas fueron evaluadas después de tres años o más de haber iniciado la participación, se puede comprender la falta de importancia de esta variable: dar incentivos

temporales no influye en la adopción a largo plazo.

### Conclusiones y recomendaciones

Este estudio demuestra que los modelos de regresión de conteo de *Poisson* pueden ser muy útiles para evaluar los factores que afectan la adopción de las tecnologías del manejo agrícola y de los recursos naturales. Específicamente, se demuestra que tienen mejor desempeño que las otras especificaciones multivariadas, generalmente utilizadas para evaluar los proyectos de transferencia de la tecnología en los países en desarrollo.

Las conclusiones sobre el efecto y la importancia relativa de los factores que influyen en la adopción varían por las diferencias substanciales entre las tecnologías promovidas por los dos proyectos evaluados. Hasta cierto punto, los resultados de la regresión de conteo de *Poisson* fueron consistentes con los análisis cualitativos y/o bivariados anteriores encontrados en la literatura, pero varias diferencias también fueron identificadas, más aún en el caso de la conservación de suelos.

Dadas las limitaciones conocidas de utilizar los métodos cualitativos o bivariados para analizar datos no-experimentales, se recomienda efectuar más investigaciones sobre los factores que afectan la adopción de la agricultura sostenible y las tecnologías de manejo de los recursos naturales utilizando datos de otros proyectos bien documentados y regresiones de conteo de *Poisson*. También resultaría interesante, analizar los efectos del tiem-

po, incentivos, algunas características socio-demográficas claves, estrategias y métodos de extensión, y la rentabilidad sobre las tasas de adopción.

Las implicaciones metodológicas de este estudio son obvias. La aplicación de modelos de regresión multivariadas que han sido diseñados específicamente para analizar el tipo de datos generalmente encontrados en las encuestas sobre la adopción de tecnología en los países en desarrollo, especialmente el conteo de *Poisson*, podría mejorar mucho la eficiencia estadística del análisis. Además, se lograría incrementar la capacidad de los productores pequeños en estos países para explorar y entender los varios factores que afectan la adopción de la nueva tecnología.

Octavio A. Ramírez  
Department of Agricultural and Applied Economics,  
Texas Tech University, Lubbock, Texas.  
E-mail: oramirez@ttacs.ttu.edu

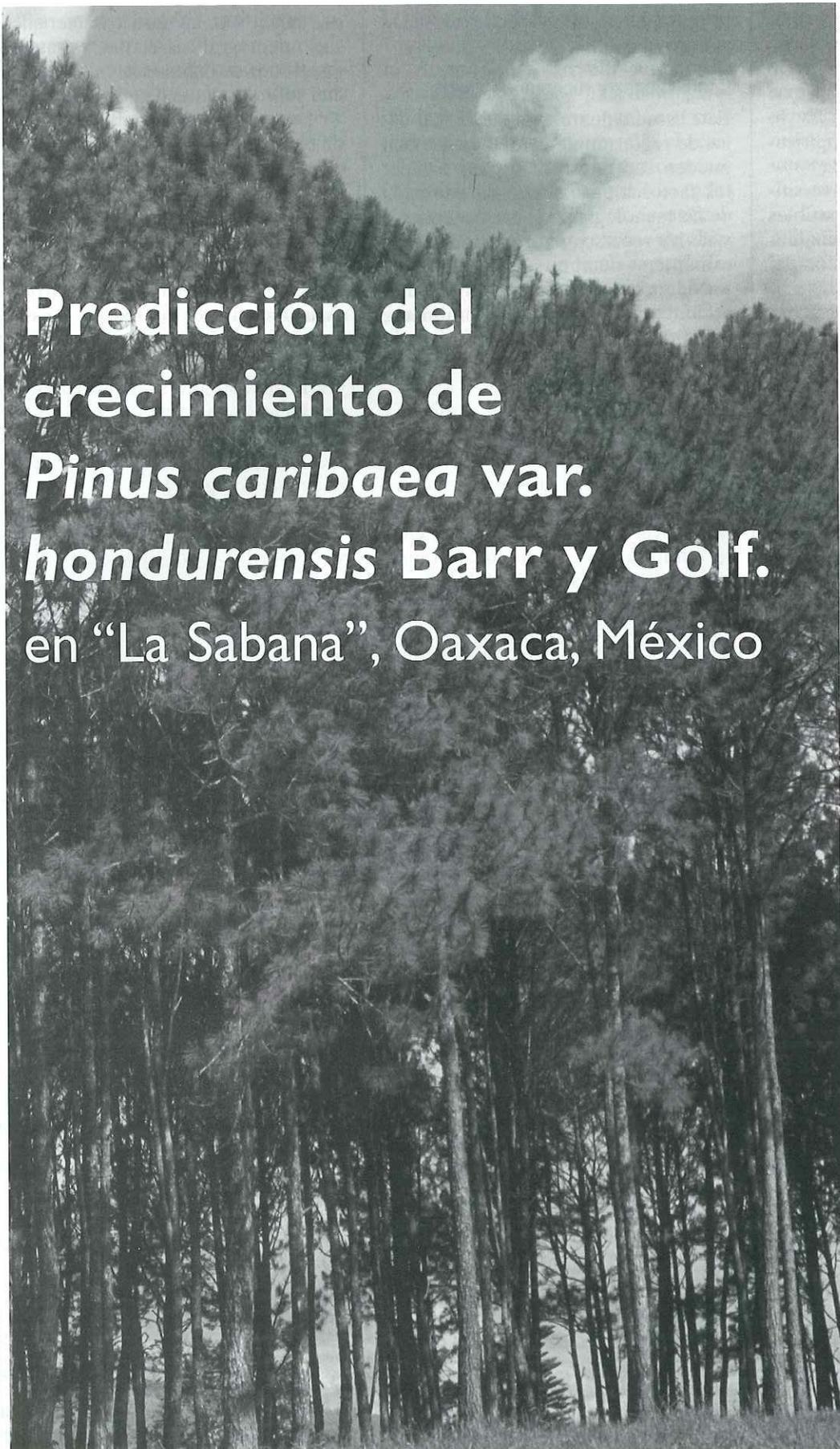
Steven D. Shultz  
Department of Agricultural Economics,  
North Dakota State University, Fargo,  
North Dakota.

Robert R. Hearne  
Profesor Investigador Asistente  
Economía Ambiental  
CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica  
Tel. (506) 556 8514  
Fax (506) 556 8514  
E-mail: rhearne@catie.ac.cr

Manuel Gómez  
Especialista en Economía Forestal  
Area de Socioeconomía Ambiental  
CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica  
Tel. (506) 558-2224  
Fax. (506) 556-8514  
E-mail: mgomez@catie.ac.cr

### Literatura citada

- Bentley, J; Andrews, K.. 1996. Through the Roadblocks: IPM and Central American Smallholders. IIED Gatekeeper Series # 56.
- Byerlee, D; Polanco de EH. 1986. Farmers' stepwise adoption of technological packages: evidence from the Mexican Altiplano. *American Journal of Agricultural Economics*. 68(3):519-527.
- Byrnes, KJ. 1992. A cross-cutting analysis of agricultural research, extension, and education in AID-assisted countries. Washington, D.C. Agricultural and Rural Development Technical Services Project, AID/LAC/DR/RD, Chemomics, International, U.S. Dept. of Agriculture.
- Current, D; Lutz, E; Scherr, S. 1995. The costs and benefits of agroforestry to farmers. *World Bank Research Observer*. 10(2).
- Faustino, J; Shultz, S. 1996. Más evidencia de la complementareidad entre sistemas agroforestales y prácticas de conservación de suelos. *Agroforestería en las Américas*. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 49p.
- Gómez, M. 1995. Economic and institutional analysis of agroforestry projects in Panamá. In *Costs, benefits and farmer adoption of agroforestry: Project experience in Central America and the Caribbean*. Eds. D Current; E. Lutz, S. Scherr. World Bank Environment Paper # 14.
- Kaimowitz, D. 1993. The experiences in Central America and the Dominican Republic with project investments for sustainable hillside agricultural. (En español). San José, Costa Rica, IICA. (Publication no.40).
- King, G. 1989a. Unifying political methodology: The likelihood theory of statistical inference. New York, Cambridge University Press.
- King, G. 1989b. A seemingly unrelated Poisson regression model. *Sociological Methods and Research*. 17 (3): 235-255.
- Lutz, E; Pagiola, S; Reiche, C. 1995. The costs and benefits of soil conservation: The farmers' viewpoint. *The World Bank Research Observer*. 9(2).
- Melgar, D. 1995. Adopción de prácticas de conservación de suelos transferidas en el proyecto "Rehabilitación de la sub-cuenca del Río Las Cañas, El Salvador". Tesis Mag. Turrialba, Costa Rica, CATIE
- Monardes, A. 1994. Análisis de adopción de tecnología agrícola en el valle central de Chile. In *Transferencia de tecnología agropecuaria: de la generación de recomendaciones a la adopción*. Enfoques y casos. A. Monardes, G. Escobar, G. González. Santiago, Chile, IDCR-RIMISP. p. 161-185.
- Nelson, KC. 1994. Participation and empowerment: a comparative study of IPM technology generation in Nicaragua. Ph. D. Dissertation. Ann Arbor, University of Michigan.



**Predicción del  
crecimiento de  
*Pinus caribaea* var.  
*hondurensis* Barr y Golf.  
en “La Sabana”, Oaxaca, México**

**Marcelino Montero Mata  
Aurelio M. Fierros G.**

Una herramienta  
más para que  
técnicos y técnicas  
forestales utilicen  
en el manejo de las  
plantaciones

**RESUMEN**

El presente estudio tuvo como finalidad reajustar un modelo de crecimiento y rendimiento existente para las plantaciones de *Pinus caribaea* var *hondurensis* en "La Sabana", Oaxaca, utilizando nuevos datos de las mismas parcelas para el modelo anterior y otras diferentes.

Se utilizó la distribución Weibull para modelar las distribuciones de diámetros. Los parámetros de esa distribución fueron estimados mediante los percentiles muestrales 24, 50, 63 y 93 avo. y el diámetro menor.

Los parámetros estimados se relacionaron, utilizando la regresión múltiple, con algunas características del rodal, que a su vez pueden ser proyectadas en el tiempo con la expresión polimórfica de diferencia algebraica de Chapman-Richards, permitiendo así la "recuperación" de los parámetros de la distribución Weibull a diferentes edades. En este estudio el incremento medio anual (IMA) del volumen total comercial culmina a las edades de 30, y 25 años (13,9 17,3 y 21,4 m<sup>3</sup>/ha), aproximadamente para los índices de sitio 12, 15 y 18 m (edad base 15 años) respectivamente.

**Palabras clave:** *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; crecimiento; diámetro; técnicas de predicción; pronóstico del rendimiento; modelos matemáticos; México.

**SUMMARY**

**Growth prediction for *Pinus Caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. in "La Sabana", Oaxaca, México.** This study was designed to fit an existing growth and yield model for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* plantations in "La Sabana", Oaxaca, México, using one more measurement of the original set of plots, plus an additional set.

The Weibull function was used to model the diameter distribution of the sample. The weibull parameters were estimate throughout the 24th, 50th, 63rd and 93rd sample percentiles and the smallest diameter.

The estimated parameters were related by multiple regression to stand variables, which in turn were projected as a function of stand age through the polymorphic form of the Chapman-Richards model according to the algebraic difference approach, allowing the recovery of the function parameters in order to recreate the diameter distribution at the end of each forecasting period.

Total merchantable volume mean annual increment peaked at ages 30, 30 and 25 years, with volume of 13.9 17.3 y 21.4 m<sup>3</sup>/ha, for/site indices 12, 15 and 18 m (base age 15 years) respectively.

**Keywords:** *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; growth; diameter; forecasting; yield forecasting; mathematical models; Mexico.

**E**l Gobierno Mexicano ha desarrollado desde 1974 un programa de plantaciones en zonas tropicales en terrenos de tipo sabana, ubicados en la planicie costera del Golfo de México. Este programa contaba con 15 000 hectáreas; algunas ya han sido aprovechadas para la obtención de pulpa.

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* es una de las especies que se está utilizando en mayor proporción. Actualmente existe un modelo de crecimiento desarrollado por Fierros (1989). Sin embargo, ese modelo fue generado con datos limitados, sólo se tomaron en cuenta parcelas de tres edades consecutivas (10,5 11,5 y 12,5 años).

El presente trabajo incluye dos edades menores (7,5 y 9 años) y una mayor (16 años); además de las que se utilizaron para reajustar el modelo, dándole una mayor validez y aplicabilidad.

La frecuencia de árboles en cada categoría es identificada por una distribución diamétrica teórica. Contando con una forma de predecir alturas para cada categoría y ecuaciones de volumen. La proyección de la distribución en el tiempo se puede lograr proyectando las características de los

rodales que se relacionan con los parámetros de la distribución teórica que se utilice (Clutter *et al.* 1983).

El estudio utilizó esta metodología para cuantificar el crecimiento y rendimiento a base de distribuciones diamétricas, una de las técnicas que más se usa en investigación de plantaciones forestales.

**Descripción del área de estudio**

La Sabana de Oaxaca se encuentra en el límite este de la cuenca del Río Papaloapán, entre 17° 20' y 17° 26' latitud Norte y 23° y 95° 33' longitud Oeste. La plantación de La Trinidad se localiza al norte de la Sabana; la altitud entre 100 y 300 msnm.

Esta región posee un clima cálido, caracterizado por lluvias veraniegas e inviernos secos, donde la precipitación alcanza los 2300 mm. La temperatura promedio anual es de 25 °C con máximas y mínimas medias anuales de 27,7 °C y 22 °C en mayo y diciembre. La estación seca va de enero a abril.

Los suelos son de origen sedimentario, profundos, de color amarillo rojizo, con presencia de concreciones de óxido ferroso a diferentes estratos de profundidad. Posee una textura general arcillo-limosa de alta pedregosi-

dad. El pH es de 4,5 a 5,2. La topografía es ondulada con pendientes que varían del 8 al 30 % (Reyes y Zamora 1977).

El área es de tipo sabana, con árboles aislados de "encino" (*Quercus oleoides* y *Q. sororia*), "nanche" (*Byrsonima crassifolia*) y "tachicon" (*Curatella americana*). Los pastos comunes son especies de los géneros *Paspalum* y *Fimbristilis* (Reyes y Zamora 1977).

**Descripción de las plantaciones y la base de datos**

Las plantaciones se iniciaron en 1974 con plantas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de seis meses de edad, con una altura promedio de 25 cm. La procedencia de las semillas fue Poptum, Guatemala. La densidad de la plantación era de 2500 árboles por hectárea.

Se utilizaron datos de 52 parcelas permanentes ubicadas en cinco exposiciones -Norte, Sur, Este, Oeste y Zenital- y tres posiciones en la pendiente -alta, media y baja-. Cada combinación de exposición y pendiente está repetida cuatro veces; el tamaño de las parcelas es de 250 m<sup>2</sup>; dichas parcelas fueron medidas en 1984, 85 y 86 (Fierros 1989).

Para este estudio se agregó una medición de 34 de las parcelas anteriores, realizada en 1989 a una edad de 16 años. Además se incluyeron 16 parcelas de 100 m<sup>2</sup>, medidas en el área aledaña de "La Trinidad" a los de 7,5 años (López *et al.* 1990) y se midieron también a los 9 años.

Las variables y edades tomadas en todas las parcelas fueron:

- Diámetro normal en cm (1,3 m de altura de todos los árboles).
- Altura total en metros de uno de cada cuatro árboles, en cada categoría diamétrica de 5 cm.

**Distribución diamétrica**

La distribución utilizada fue la Weibull, que se define por la siguiente función de densidad de probabilidad (Clutter *et al.* 1983):

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right] \dots\dots\dots(1)$$

si (a ≤ x < infinito)  
= 0, de otra forma

Algunas características que presenta la distribución Weibull son: tiene gran flexibilidad, ya que puede adoptar formas desde una "J" invertida hasta la de "campana" con asimetría negativa o positiva a diversos grados; analíticamente se puede integrar, dando como resultado una función de distribución acumulativa de forma cerrada como sigue (Bailey y Dell 1973):

$$f(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right] \dots\dots\dots(2)$$

si (a ≤ x < infinito)  
= 0, de otra forma

En las expresiones 1 y 2 tenemos:  
x: variable aleatoria, el diámetro en este caso

- a: parámetro de posición
- b: parámetro de escala
- c: parámetro de forma

La proporción de árboles que contienen un diámetro menor o igual a "x" cuando ésta toma un valor dado, puede ser encontrada con la expresión (2).

La técnica utilizada fue "estimadores basados en percentiles", en la cual se parte de conocer tres percenti-

les de la muestra y cada uno puede ser igualado a su respectiva función de distribución acumulativa, obteniéndose ecuaciones que pueden ser resueltas para estimar los tres parámetros (Clutter *et al.* 1983).

En este estudio el parámetro "a" ( $\hat{a}$ ) se estimó en forma directa con la expresión dada por Bailey (1985) citada por Fierros (1989):

$$\hat{a} = \text{MAX} \left[ 0, \left( D_1 - \frac{0,8933 (D_{50})}{N^{1/3}} \right) \right] \dots\dots\dots(3)$$

donde:

- a: parámetro a estimar
- MAX: valor máximo
- D<sub>1</sub>: diámetro menor de la parcela
- D<sub>50</sub>: diámetro que ocupa el 50avo. percentil de la parcela
- N: número de árboles en la parcela

Una vez estimado " $\hat{a}$ ", el parámetro "c" ( $\hat{c}$ ) puede ser obtenido con la ecuación (4):

$$\hat{c} = \frac{2,27108}{\ln(D_{93} - \hat{a}) - \ln(D_{24} - \hat{a})} \dots\dots\dots(4)$$

La estimación de "b" ( $\hat{b}$ ), se obtuvo mediante el uso de la ecuación (5), de la siguiente forma:

$$\hat{b} = \frac{(D_{24} - \hat{a})}{(0,274444)^{1/\hat{c}}} \dots\dots\dots(5)$$

$$a = -0,2086 + ,8956 (DMI) + 0,0667 (DMA) - 0,28004094(DQ) \dots\dots\dots(6)$$

$$b = -0,0350 + 1,5349 (DME) - 1,0469 (DMI) - 0,1918 (HME) \dots\dots\dots(7)$$

$$c = 2,1635 + 3,6878 (DME) - 0,2715 (DMI) - 3,3097 (DQ) - 0,0918 (HMA) + 0,0516 (ISR) \dots\dots(8)$$

donde

- DMI: diámetro mínimo      HME: altura media      DQ: diámetro cuadrático
- DMA: diámetro máximo    DME: diámetro medio    ISR: índice de sitio real

**Prueba de bondad de ajuste de la distribución**

Una vez calculados los parámetros para cada parcela y año de medición se generaron las distribuciones teóricas que se compararon con las reales utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov para conocer la bondad de ajuste.

El resultado de esta prueba mostró que las distribuciones teóricas fueron muy parecidas a las observadas ya que únicamente seis de las parcelas fueron rechazadas en alguna medición.

**Relación de las características de los rodales con los parámetros estimados**

Después de obtener las características por parcela y año de medición se realizó un análisis de regresión múltiple por pasos (*Stepwise*) para buscar modelos que estimarán en forma adecuada los parámetros Weibull.

El Cuadro 1 resume el análisis de regresión. La selección de dichos modelos se efectuó bajo el criterio de buscar aquellos con un menor número de variables independientes y con un coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>) alto.

De esta manera las ecuaciones que predicen los parámetros Weibull en función de las características del rodal, son:

**Cuadro 1.** Resumen de los resultados del análisis de regresión para la estimación de los parámetros Weibull.

| Parámetros |          |                |     |          |                |     |          |                |
|------------|----------|----------------|-----|----------|----------------|-----|----------|----------------|
| a          |          |                | b   |          |                | c   |          |                |
| VAR        | CR       | r <sup>2</sup> | VAR | CR       | r <sup>2</sup> | VAR | CR       | r <sup>2</sup> |
| INT        | -0,20858 | 0,94           | INT | -0,03505 | 0,97           | INT | 2,16348  | 0,63           |
| DMI        | 0,89562  |                | DME | 1,53497  |                | DME | 3,68779  |                |
| DMA        | 0,06669  |                | DMI | -1,04693 |                | DMI | -0,27148 |                |
| DQ         | -0,28004 |                | HME | -0,19179 |                | DQ  | -3,30970 |                |
|            |          |                |     |          |                | HMA | -0,09178 |                |
|            |          |                |     |          |                | ISR | 0,05164  |                |

- VAR: variable
- INT: interceptada
- DMA: diámetro máximo
- DME: diámetro medio
- HMA: altura máxima
- CR: coeficiente de regresión
- DMI: diámetro mínimo
- DQ: diámetro cuadrático
- HME: altura media
- ISR: índice de sitio redondeado

**Proyección de las características del rodal**

Después de identificar las características del rodal que pueden ser calculadas por los parámetros Weibull, se buscó ajustar los modelos que permitieran proyectar dichas variables en el tiempo. Lo anterior se consiguió acoplado la expresión polimórfica de diferencia algebraica del modelo Chapman-Richards (Fierros 1989).

El Cuadro 2 expone un resumen del análisis de regresión; en él se observa que todas las variables incluidas en las ecuaciones 11, 12 y 13, que sirven para predecir los parámetros Weibull, pueden proyectarse en forma adecuada.

Conjuntamente con el diámetro cuadrático, la variable área basal (AB) se utilizó para proyectar el número de árboles, ya que no se contaba con los datos que generaran una función de mortalidad.

Por lo limitado de la información, en variables como diámetros mínimo, medio y cuadrático, altura media y área basal no fue posible obtener predicciones reales por encima del rango de edades observada cuando se ajustó el modelo, dejando libre el parámetro  $b_0$  (el parámetro  $b_0$  en este caso representa el valor asintótico de la variable a predecir cuando la edad tiende al infinito).

En el caso de los diámetros y las alturas los valores asintóticos fueron muy bajos y en el del área basal muy alto. Por lo anterior, el valor de  $b_0$  fue fijado en 70 cm para los diámetros, 50 m para las alturas y 60 m<sup>2</sup>/ha para el área basal; datos que coinciden con algunos ejemplos citados en la literatura sobre esta especie.

Finalmente, las ecuaciones que proyectan las variables en el tiempo quedan como sigue:

$$DMI = 70 [1 - \exp(-0,0006624516(E_2))]^{[\ln(DMI_1/70)/\ln(1 - \exp(-0,0006624516(E_1))]} \dots\dots\dots(9)$$

$$DME = 70 [1 - \exp(-0,0086023257(E_2))]^{[\ln(DME_1/70)/\ln(1 - \exp(-0,0086023257(E_1))]} \dots\dots\dots(10)$$

$$DMA = 70 [1 - \exp(-0,0214499082(E_2))]^{[\ln(DMA_1/70)/\ln(1 - \exp(-0,0214499082(E_1))]} \dots\dots\dots(11)$$

$$DQ = 70 [1 - \exp(-0,0094554022(E_2))]^{[\ln(DQ_1/70)/\ln(1 - \exp(-0,0094554022(E_1))]} \dots\dots\dots(12)$$

$$HME = 50 [1 - \exp(-0,0218137231(E_2))]^{[\ln(HME_1/50)/\ln(1 - \exp(-0,0218137231(E_1))]} \dots\dots\dots(13)$$

$$HMA = 50 [1 - \exp(-0,0237633557(E_2))]^{[\ln(HMA_1/50)/\ln(1 - \exp(-0,0237633557(E_1))]} \dots\dots\dots(14)$$

$$AB = 60 [1 - \exp(-0,0986570872(E_2))]^{[\ln(AB_1/60)/\ln(1 - \exp(-0,0986570872(E_1))]} \dots\dots\dots(15)$$

donde:

E1: edad inicial

E2: edad al final del periodo de proyección

Las demás variables como se definieron anteriormente



Foto: Archivo CATIE.

**Cuadro 2.** Resumen del análisis de regresión para proyectar las características del rodal, en función de un valor inicial y la edad. Modelo de diferencia algebraica de Chapman-Richards.

| VAR | Parámetro estimado $b_i$ |          |              |                 |
|-----|--------------------------|----------|--------------|-----------------|
|     | ES.Asint                 | VEST     | Pseudo $r^2$ | CV del VEST (%) |
| DMI | 0,000662                 | 0,000186 | 0,6843       | 28,1            |
| DME | 0,008602                 | 0,000275 | 0,9556       | 3,2             |
| DMA | 0,021450                 | 0,000742 | 0,9460       | 3,5             |
| DQ  | 0,009455                 | 0,000264 | 0,9651       | 2,8             |
| HME | 0,021814                 | 0,000594 | 0,9462       | 2,7             |
| HMA | 0,023763                 | 0,000747 | 0,9517       | 3,1             |
| AB  | 0,098657                 | 0,001805 | 0,9690       | 1,8             |

bo: parámetro (valor asintótico de la variable a predecir a una edad tendiendo al infinito)  
 VAR: variable dependiente  
 VEST: valor estimado para el parámetro  $b_i$   
 ES.Asint: error estándar del valor asintótico  
 Pseudo r: 1-(Suma de Cuadrados Residual/Suma de Cuadrados Total Corregida)  
 CV: (ES Asint/VEST)\*100

**Proyección del crecimiento y obtención de una tabla de rendimiento**

La proyección del crecimiento se realizó para cada uno de los índices de sitio más comunes en "La Sabana" (12, 15 y 18 m). Se obtuvieron los promedios de las características del rodal por índice de sitio que permiten obtener los parámetros Weibull, incluyendo todas las parcelas utilizadas para generar los modelos.

Tomando los promedios a la edad de 10,5 años, estas características se proyectaron a edades de 10 a 35 años.

Con los modelos correspondientes se "recuperaron" los parámetros Wei-

bull respectivos y se generaron tablas de rendimiento generales (Cuadro 3) por índice de sitio.

Los volúmenes totales comerciales con corteza y volúmenes comerciales con corteza hasta un diámetro mínimo de 10 cm en la punta, se produjeron con las ecuaciones de Fierros (1989).

Para obtener las alturas por categoría diamétrica fue reajustado el modelo de Fierros incluyendo los nuevos datos colectados. Este modelo tiene la forma:

$$ACD = (Ad) (exp(a)) (AB/N)^{b(1/CD-1/DMA)} \dots(16)$$

donde:

ACD: altura por categoría diamétrica

Ad: altura dominante

AB: área basal

N: número de árboles

CD: categoría diamétrica

DMA: diámetro mayor

a y b: parámetros a estimar

Los valores de los parámetros en este estudio fueron de:

a = -0,03283314 y b = 0,949451

con una r<sup>2</sup> = 0,69

También se generaron tablas de rendimiento con la distribución diamétrica; no se presenta por su extensión, pero pueden consultarse en el trabajo de tesis original (Montero 1992). En la Figura 1 se grafican las distribuciones diamétricas para algunas edades proyectadas.

Las Figuras 2 y 3 muestran las curvas de incrementos medio anual (IMA) y periódico anual (IPA) para cada índice de sitio y los dos tipos de volúmenes calculados. En éstas y en el Cuadro 3 se aprecia que el IMA para el volumen total comercial culmina entre las edades de 30-35, 30-35 y 25-30 años (alrededor de 13,9, 17,3 y 21,4 m<sup>3</sup>/ha/año), para los índices de sitio 12, 15 y 18 m, respectivamente. Estos valores difieren poco de los encontrados por Fierros (1989).

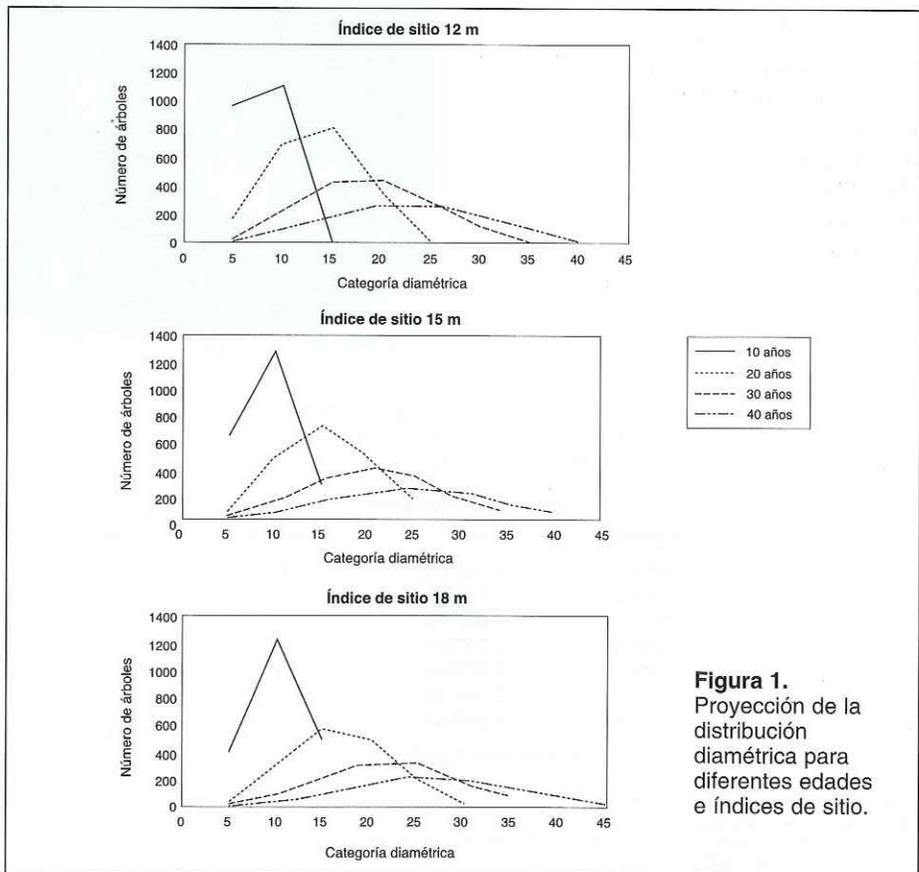
**Conclusiones**

- El modelo desarrollado en este trabajo predice crecimientos muy similares al que se tenía, aún cuando el banco de información fue diferente al incluir tres nuevas edades de me-

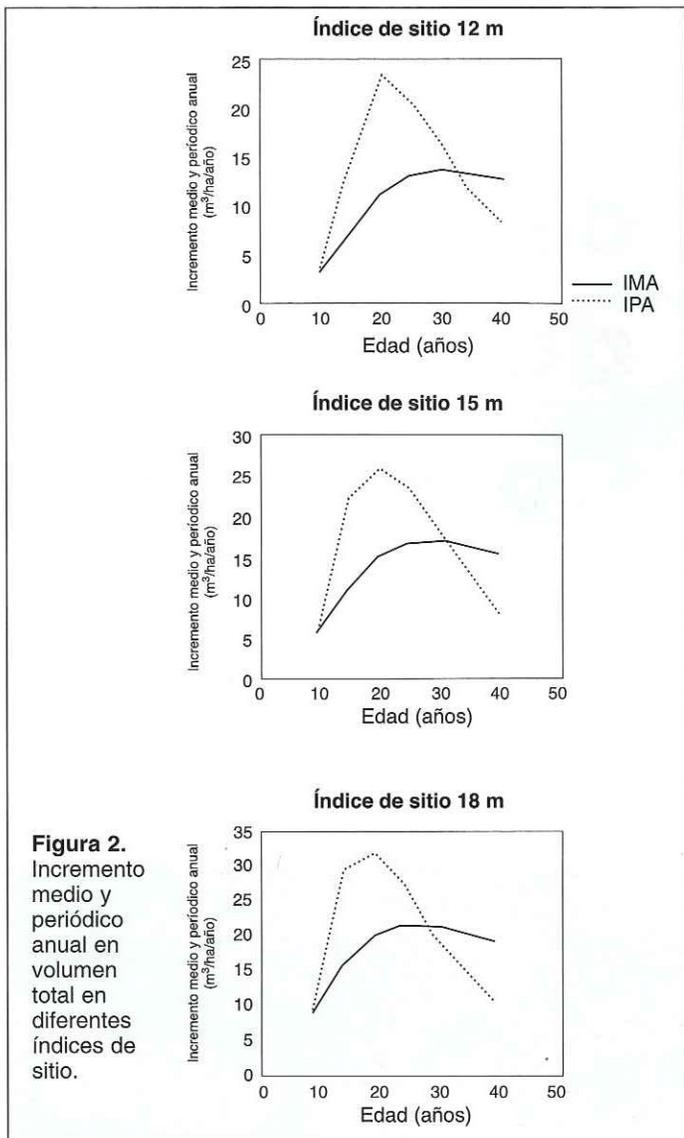
**Cuadro 3.** Resumen de las tablas de rendimiento por índice de sitio 12, 15 y 18 m, proyectados a una edad inicial de 10 años.

| Índice de sitio 12 |         |        |          |                      |                          |                            |         |         |           |           |
|--------------------|---------|--------|----------|----------------------|--------------------------|----------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| Edad Años          | Dq (cm) | Hd (m) | Num (ha) | Ab (m <sup>2</sup> ) | Vtc (m <sup>3</sup> /ha) | Vtc10 (m <sup>3</sup> /ha) | IMA Vtc | IPA Vtc | IMA Vtc10 | IPA Vtc10 |
| 10                 | 8,35    | 7,81   | 2123     | 11,62                | 36,39                    | 18,41                      | 3,64    | 3,64    | 1,84      | 1,84      |
| 15                 | 11,58   | 12,18  | 2123     | 22,37                | 112,57                   | 79,20                      | 7,50    | 15,23   | 5,28      | 12,16     |
| 20                 | 14,55   | 15,74  | 2107     | 35,05                | 229,54                   | 185,43                     | 11,48   | 23,39   | 9,27      | 21,24     |
| 25                 | 17,31   | 18,50  | 1837     | 43,23                | 332,61                   | 287,43                     | 13,30   | 20,62   | 11,50     | 20,40     |
| 30                 | 19,89   | 20,56  | 1570     | 48,78                | 415,41                   | 372,93                     | 13,85   | 16,56   | 12,43     | 17,10     |
| Índice de sitio 15 |         |        |          |                      |                          |                            |         |         |           |           |
| Edad Años          | Dq (cm) | Hd (m) | Num (ha) | Ab (m <sup>2</sup> ) | Vtc (m <sup>3</sup> /ha) | Vtc10 (m <sup>3</sup> /ha) | IMA Vtc | IPA Vtc | IMA Vtc10 | IPA Vtc10 |
| 10                 | 9,65    | 9,42   | 2150     | 15,72                | 60,604                   | 36,01                      | 6,06    | 6,06    | 3,60      | 3,60      |
| 15                 | 13,08   | 14,68  | 2103     | 28,24                | 173,162                  | 131,95                     | 11,54   | 22,51   | 8,80      | 19,19     |
| 20                 | 16,16   | 18,98  | 1866     | 38,28                | 304,963                  | 257,17                     | 15,25   | 26,36   | 12,86     | 25,04     |
| 25                 | 19,00   | 22,30  | 1601     | 45,41                | 424,104                  | 376,38                     | 16,96   | 23,83   | 15,06     | 23,84     |
| 30                 | 21,64   | 24,78  | 1363     | 50,12                | 517,768                  | 473,31                     | 17,26   | 18,73   | 15,78     | 19,39     |
| Índice de sitio 18 |         |        |          |                      |                          |                            |         |         |           |           |
| Edad Años          | Dq (cm) | Hd (m) | Num (ha) | Ab (m <sup>2</sup> ) | Vtc (m <sup>3</sup> /ha) | Vtc10 (m <sup>3</sup> /ha) | IMA Vtc | IPA Vtc | IMA Vtc10 | IPA Vtc10 |
| 10                 | 10,73   | 11,37  | 2141     | 19,35                | 91,16                    | 59,68                      | 9,12    | 9,12    | 5,97      | 5,97      |
| 15                 | 14,43   | 17,72  | 1950     | 31,88                | 238,30                   | 191,22                     | 15,89   | 29,43   | 12,75     | 26,31     |
| 20                 | 17,63   | 22,91  | 1678     | 40,96                | 396,69                   | 344,42                     | 19,83   | 31,68   | 17,22     | 30,64     |
| 25                 | 20,52   | 26,92  | 1423     | 47,08                | 534,12                   | 482,80                     | 21,36   | 27,49   | 19,31     | 27,68     |
| 30                 | 23,08   | 29,92  | 1208     | 50,56                | 634,44                   | 586,86                     | 21,15   | 20,06   | 19,56     | 20,81     |

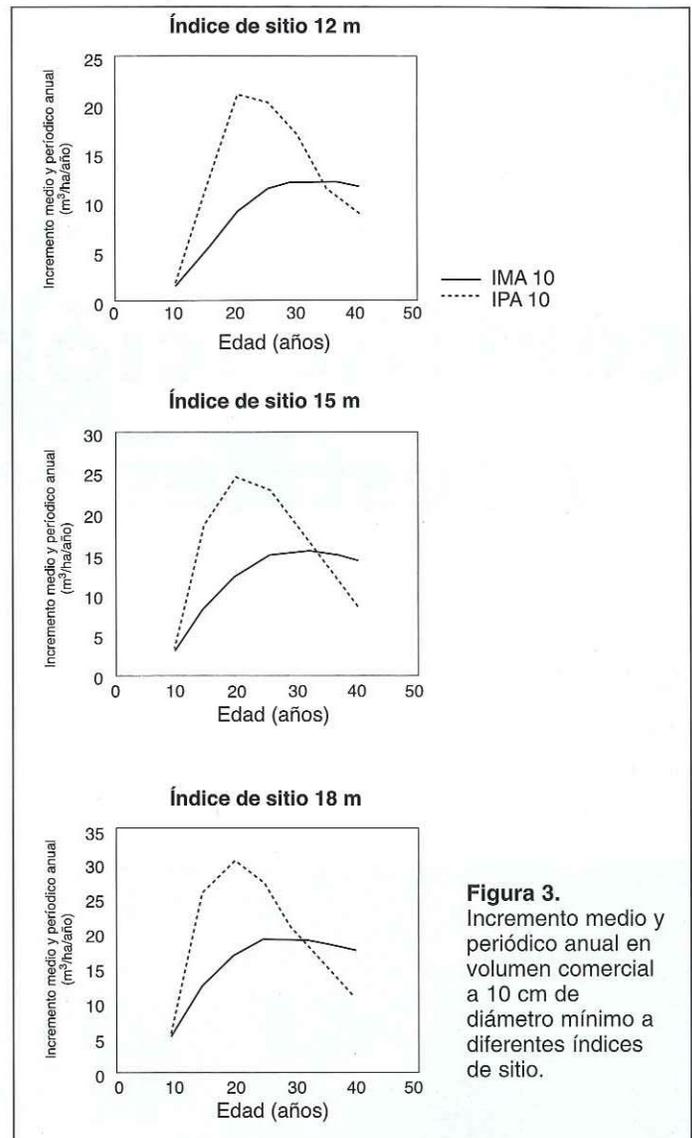
Dq: diámetro cuadrático  
 Hd: altura dominante  
 Num: número de árboles  
 Ab: área basal  
 Vtc: volumen total comercial con corteza  
 Vtc10: volumen total comercial con corteza a un diámetro mínimo de 10 cm en la punta  
 IMA: incremento medio anual (m<sup>3</sup>/ha/año)  
 IPA: incremento periódico anual (m<sup>3</sup>/ha/año)



**Figura 1.** Proyección de la distribución diamétrica para diferentes edades e índices de sitio.



**Figura 2.** Incremento medio y periódico anual en volumen total en diferentes índices de sitio.



**Figura 3.** Incremento medio y periódico anual en volumen comercial a 10 cm de diámetro mínimo a diferentes índices de sitio.

dición y reservando algunas parcelas para validar los modelos obtenidos.

- La proyección de los parámetros Weibull en función de las características del rodal pudo lograrse fácilmente al igual que en el estudio anterior, especialmente para el caso de "a" y "b".
- A su vez, esas características del rodal fueron predichas aceptablemente en función de la edad.

- La combinación de los dos puntos anteriores permitió crear una distribución diamétrica al final de cada intervalo de proyección y conjuntamente con ecuaciones de volumen y alturas individuales se pudo calcular volúmenes por clase diamétrica, para cada edad de proyección. 

Marcelino Montero Mata  
 Proyecto Dinámica de Plantaciones  
 Universidad de Helsinki, Finlandia.  
 CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.  
 Tel. (506) 558-2346 Fax. (506) 556-1576  
 E-mail: mmontero@catie.ac.cr

Aurelio M. Fierros González  
 Doctor en Ciencias, Universidad  
 Autónoma Chapingo. Chapingo, México.  
 E-mail: amfierros@hotmail.com

**Literatura citada**

Bailey, RL; Dell, TR. 1973. Quantifying diameter distribution with the Weibull functions. For. Sci. 19:97-104.

Clutter, JL; Pienaar, IV; Brister, HG; Bailey, RL. 1983. Timber management: a quantitative approach. New York, Wiley. 333 p.

Dubey, SD. 1967. Some percentile estimators for Weibull parameters. Technometrics 9:119-129.

Fierros, GAM. 1989. Site quality, growth and yield and growing space occupancy by plantations of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Oaxaca, México. Ph. D. Thesis. New Haven, Yale University, Conn. pp. 5-15, 62-110 y 168-197.

López, OCR; Zamudio, SJF y Fierros, GAM. 1990. Evaluación Micorrizica y su relación con el crecimiento en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en "La Sabana", Oaxaca, México. Rev. Micología Neotropical. 3:53-65.

Montero, MM. 1992. Modelo de crecimiento para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. y Golf. en "La Sabana", Oaxaca, México. Tesis de Lic. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 95 p.

Reyes, CR; Zamora, SC. 1977. Estudio de una sabana de montaña localizada en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur. Ciencia Forestal (México) 2(6):36-64.

# Estado de la certificación de semillas forestales en Costa Rica

Sin la selección, certificación y utilización de semillas de alta calidad nunca podremos mejorar la calidad genética de los árboles que plantamos. En Costa Rica se trabaja desde 1993 en la certificación de semillas forestales.

Arturo van der Linden  
Alejandra Patricio González-Daimiel



Foto: Arturo van der Linden

El óptimo desarrollo de una plantación forestal se fundamenta en gran medida en la selección de la especie y del genotipo más adaptado al sitio y a los objetivos. La importancia de la selección de la especie es bastante obvia, cada una tiene una serie de usos prioritarios y un mercado determinado; pero, a menudo olvidamos lo vital que es conocer el origen de las semillas. Las características genéticas de los árboles plantados tienen gran influencia en el crecimiento, resistencia a enfermedades, rectitud del tronco, desarrollo de ramas laterales e incluso en la calidad de la madera. El crecimiento de árboles genéticamente seleccionados es mayor que el de árboles de origen no seleccionado, y el costo en tratamientos silvícolas suele ser menor, todo lo cual se traduce en un mayor rendimiento económico. Todo esto resulta especialmente interesante en el caso de plantaciones forestales, en las cuales el objetivo principal es maximizar las cualidades de los árboles plantados para producción, y minimizar los costos silvícolas.

### Certificado de origen

Durante muchos años se ha comercializado semilla en Centroamérica de distintas fuentes sin conocimiento preciso del origen y sus particularidades. Sin embargo, dentro de un proceso de mejora genética el desconocimiento de la procedencia de la semilla impide la selección de los mejores fenotipos –apariencia externa- y genotipos –fórmula genética-. Por esta razón nacieron en varios países los *Certificados de Origen de Semilla*.

No existe una clasificación universal de certificados de origen; cada región ha desarrollado un sistema diferente. En general los autores definen tres categorías basadas en el valor genético del material reproductivo:

- Fuente-identificada, se aplica a bosques o plantaciones de alta calidad que están registrados como fuentes semilleras, y en los que se controla la recolección, procesamiento y almacenamiento de semilla.
- Fuente-seleccionada, se aplica a bosques o plantaciones seleccionados bajo criterios de uniformidad, tamaño, aislamiento, fenotipo y calidad.



Montaje de pruebas de germinación. (Foto: Miguel Chacón).

- Fuente-probada, se aplica a árboles producto de la clonación de árboles-plus en huertos clonales, o a árboles seleccionados de los que se ha probado que tienen un genotipo superior en estudios de progenie.

### El proceso de certificación en Costa Rica

Muchos países han establecido una estructura interna en su Departamento Agrícola o Forestal que les permite dar control y seguimiento a las fuentes semilleras de las principales especies forestales. En Costa Rica, la Oficina Nacional de Semillas (ONS) es la entidad oficial encargada de la certificación de semillas agrícolas y forestales, por la ley de semillas No. 6289, 1979. Sus representantes visitan periódicamente todas las fuentes semilleras del país, tanto inscritas como candidatas, verificando que se cumplan todos los requisitos del programa. Esta entidad es la única autorizada nacionalmente para registrar fuentes productoras de semilla y emitir certificados de calidad.

Rodal semillero es un rodal superior, mejorado por la eliminación de

árboles inferiores y luego manejado para una precoz y abundante producción de semillas. En Costa Rica el proceso de certificación implica que el productor forestal solicite por escrito la inscripción de sus fuentes semilleras en el Registro de Fuentes Semilleras de la ONS, y proporcione la información de la fuente que se requiera.

Luego, el responsable de la ONS visita los rodales y valora la calidad del sitio y de los árboles presentes, mediante un muestreo aleatorio con parcelas circulares de 12 a 15 m de radio e intensidad de muestreo mayor al 5% del superficie total. Un rodal califica siempre que el número de individuos con características deseables sea superior a 75 por hectárea y cuente con un área mínima de 1 ha; dependiendo del porcentaje de árboles excelentes, de árboles buenos y de árboles inaceptables, así como del aislamiento y de la densidad del rodal, se le asignará al rodal una determinada categoría. En algunos casos es posible que se requieran tratamientos silvícolas con vistas a mejorar el rodal antes de su inscripción.

| VARIABLES UTILIZADAS EN LA SELECCIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS  | VARIABLES UTILIZADAS EN LA SELECCIÓN DE RODALES SEMILLEROS  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento</li> <li>• Forma del fuste</li> <li>• Longitud del fuste limpio</li> <li>• Forma de la base del árbol</li> <li>• Ramificación</li> <li>• Autopoda</li> <li>• Estado sanitario</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento medio de los pies</li> <li>• Características fenotípicas medias de los pies presentes</li> <li>• Porcentaje de árboles excelentes</li> <li>• Porcentaje de árboles inaceptables</li> <li>• Aislamiento genético del rodal</li> <li>• Densidad del rodal</li> </ul> |

Los rodales semilleros registrados pueden ser de categoría autorizada o certificada.

La categoría **certificada** se da en Costa Rica únicamente a la semilla obtenida de huertos semilleros clonales o de plántulas evaluados genotípicamente y debidamente manejados.

Un huerto semillero es la plantación de árboles genéticamente superiores, aislado para reducir la contaminación de polen proveniente de árboles inferiores e intensivamente manejado para producir cosechas de semillas frecuentes, abundantes, accesibles al menor costo y en forma sostenida.

La categoría **autorizada** se subdivide en tres subcategorías o tipos según sea la fuente semillera:

1. Autorizada tipo A: semilla obtenida de huertos semilleros que aún no han sido sometidos a los aclareos de depuración genética.
2. Autorizada tipo B: semilla obtenida de un rodal semillero con una variedad genética suficiente, que ha sido mejorado mediante la remoción de individuos indeseables dejando de 75 a 200 árboles fenotípicamente deseables por hectárea, aislado y manejado para estimular la producción de semilla.
3. Autorizada tipo C: semilla obtenida de un rodal semillero registrado que no cumple con al menos uno de los requisitos del tipo B.

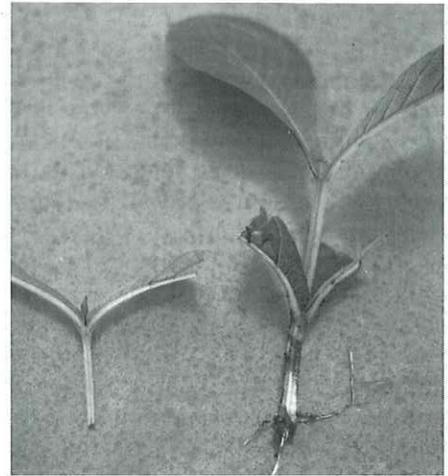
**Control de calidad y cantidad**

La calidad y credibilidad de un programa de certificación depende en

gran parte de sus controles para garantizar la calidad de la semilla producida. Cada año durante la temporada de recolección la ONS solicita un análisis físico de las semillas de cada fuente semillera a la Universidad de Costa Rica y al CATIE, donde se realizan pruebas de germinación, se determina el peso, la pureza y el contenido de humedad de las semillas, de acuerdo a las normas de ISTA (International Seed Testing Association).

En el caso de la especie teca, el ensayo de germinación se realiza en el Centro de Investigación en frutos y semillas (CIGRAS), de la Universidad de Costa Rica, por medio de cuatro muestras de 100 frutos cada una previamente sometidos a tratamiento pre-germinativo y en un medio de germinación favorable. El porcentaje de humedad de los frutos se calcula por diferencia de peso tras someter los frutos a cámara de secado con temperatura de 104°C durante 24 horas. La validez de los análisis realizados es de 6 meses. Un porcentaje de germinación mínimo del 40% de los frutos de *Tectona grandis* es requisito para la venta de semilla de teca certificada. También se requiere una pureza mínima de 98%.

La Oficina Nacional de Semilla realiza visitas periódicas (cada 2 ó 3 meses) a las fuentes semilleras para controlar la floración y fijar la cantidad de semilla a comercializar anualmente en cada fuente. La estimación de cosecha se hace con base en el his-



Propagación clonal de árboles de teca. (Foto: Arturo van der Linden).

torial de producción de años anteriores, la edad y número de árboles, el tamaño de la copa (el manejo), la cosecha que presenten los árboles al momento de la visita, la observación previa de aborto de los frutos y tomando en cuenta la experiencia y opinión del productor. El rendimiento medio de melina es de 500 kg/ha: en teca 600 kg/ha y en terminalia 100 kg/ha.

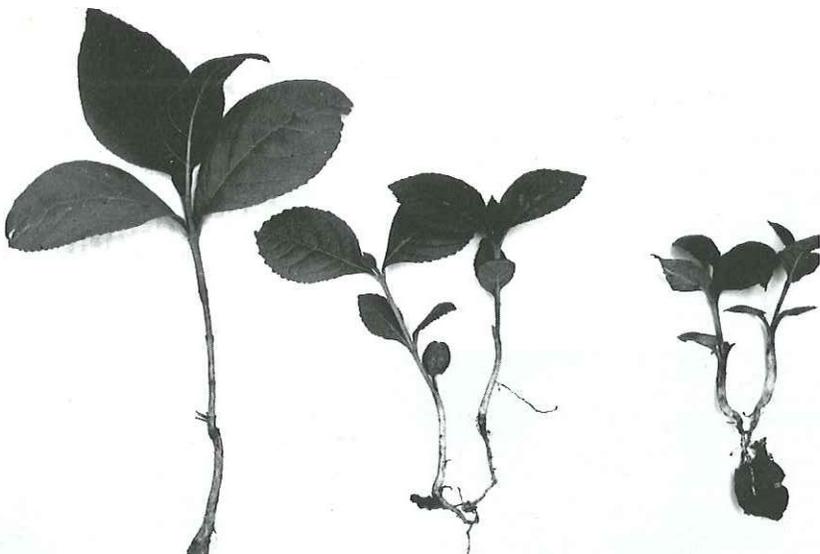
El Centro Agrícola Cantonal de Hojancha y un experto del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) colaboran con la ONS en la pre-selección y supervisión de calidad de muchas fuentes.

**Recorrido de la certificación de semillas forestales en Costa Rica**

La selección de semillas forestales empezó en 1993 con quienes trabajan en viveros forestales que estaban preocupados por los bajos porcentajes de germinación que manifestaban ciertas procedencias. Hasta 1995 la única especie forestal incluida en el programa fue la melina, luego se incorpora –en ese mismo año– la teca y la *Terminalia ivorensis*. El uso de semilla de melina decayó en el país durante 1997, a pesar de los esfuerzos de las empresas productoras por fomentar su uso; por su parte la demanda de semilla de teca fue en aumento (Chacón 1998).

En el mercado nacional e internacional actual la especie más comercializada es la teca, seguida de la melina, y teniendo el resto de las especies una representación mínima.

Como puede observarse todas las



De un fruto se obtienen de 1 a 3 plántulas de teca. (Foto: Arturo van der Linden).

**Cuadro 1.** Resumen de las fuentes inscritas ante la ONS y su producción durante la temporada 1999-2000.

| Especie  | Lugar                              | Área (HA) | Tipo     | Producción Máxima | Recolección (Kg) |
|----------|------------------------------------|-----------|----------|-------------------|------------------|
| Melina   | Hojancha (CACH)                    | 1         | Rodal B  | 500               | 383,5            |
| Melina   | Hojancha (CACH)                    | 1,5       | Rodal B  | 750               | 602              |
| Melina   | Hojancha (CACH)                    | 1,5       | Rodal B  | 600               | 502,5            |
| Melina   | Nicoya (CACH)                      | 3         | Huerto A | 450               | 376              |
| Melina   | Buenos Aires (STON forestal)       | 15        | Huerto A | 5000              | 2000             |
| Subtotal |                                    | 22        |          | 7100              | 3864             |
| Teca     | Sta-Cruz (Hnos Cabalceta)          | 48        | Rodal C  | 6000              | 4200             |
| Teca     | Nandayure (Bosque Puerto Carrillo) | 98        | Rodal B  | 9000              | 500              |
| Subtotal |                                    | 146       |          | 15000             | 4700             |

Fuentes Inscritas ante la ONS -temporada 1999-2000- (fuente: ONS)

fuentes certificadas de teca se encuentran en la vertiente pacífica de Costa Rica. El clima de la región atlántica del país -estación seca prolongada- afecta la fenología de las especies en floración y fructificación, lo que dificulta la recolección.

El cuadro muestra la producción potencial máxima de las fuentes inscritas en Costa Rica así como su categoría y superficie. Toda la semilla de teca recolectada en este periodo (1999-2000) ha sido comercializada por el Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH), y la de melina por el CACH y la empresa Ston Forestal. Los principales destinos internacionales de exportación de semillas certificadas de teca y melina han sido durante el mismo periodo Guatemala, Ecuador, Puerto Rico, México y Bolivia (ONS 2000). El total de exportaciones de semillas de teca ascendió en 1999 a 3660,5 kg, y el de semillas de melina ascendió a 1156 kg. Hoy la capacidad productiva de las fuentes semilleras de teca y melina inscritas supera la demanda anual de semillas de ambas especies. Durante 1999 se comenzó el establecimiento de ensayos de progenie de teca en Hojancha, Santa Cruz y Jicaral con material procedente de una selección de árboles plus (sobresalientes).

### La experiencia de Bosque Puerto Carrillo S.A.

Bosque Puerto Carrillo S.A. es una empresa forestal que se dedica principalmente al cultivo y aprovechamiento comercial de teca. Tiene 3 plantaciones en la región pacífica de Costa Rica; aproximadamente 4 000 ha. Actualmente la empresa tiene más de 2 millones de árboles de teca. Esto proporciona una amplia variación genética para escoger árboles excelentes. En 1998 funcionarios de la Oficina Nacional de Semillas, ONS, visitaron por primera vez estas plantaciones. Se seleccionaron rodales de calidad y se aplicó el tratamiento silvícola apropiado. El resultado de los análisis de semillas fue de 65-70% de germinación de semilla no tratada, con 0% de enfermas (plantulas germinadas que mueren) y 0% de anormales (plántulas deformadas), un excelente resultado para la especie. En las fincas de Bosque existen 5 rodales semilleros de teca (total 98 ha) registrados en la ONS como autorizados categoría B.

### Conclusiones

Como lo muestra el artículo, Costa Rica tiene la infraestructura apropiada para lograr buenos resultados en mejora genética de plantaciones. La meta final es desarrollar plantaciones sostenibles de alto rendimiento y cali-

dad. Para esto se sigue probando y seleccionando la calidad de generaciones seguidas de árboles seleccionadas.

El objetivo primordial de cualquier proyecto de reforestación debería ser la utilización de semilla de fuentes certificadas, autorizadas o al menos conocidas. El uso de fuentes certificadas en este país ha mostrado claramente que la inversión en la compra de semillas -que representan una genética superior- es poca comparado con las ganancias en mayor crecimiento y en la mejora de calidad de las plantaciones forestales.

Ing. Arturo van de Linden M.Sc.  
Bosque Puerto Carrillo S.A.  
E-mail: bosquepc@sol.racsas.co.cr:

Ir. Alejandra Patricia González-Daimiel  
Bosque Puerto Carrillo S.A.  
Tel. (506) 231-2033 / 656-0409  
Fax. (506) 232-8811  
E-mail: alepatricio@hotmail.com

**Agradecimiento:** Los autores agradecen al Ing. M. Chacón Lizano de la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica y a la Ing. Gabriela Barrantes del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha por su valioso apoyo para documentar este artículo.

### Literatura citada

- Adams, J. 1996. Plantations forestry in the tropics. New York, USA. Oxford University Press.
- Chacón Lizano, M. 1998. Control en la producción de semilla. Certificado de especies forestales. Comunicación personal para la ONS.
- Chaves, E; Fonseca, W. "Teca. 1991. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica CATIE.
- Guevara, A; Jiménez, M; Mesén, F; Murillo, O. 1997. Reglamento Técnico para la producción y comercialización de semillas y material de vivero certificado de especies forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Oficina Nacional de Semillas. 1979. Ley de Semillas. No. 6289, San José, Costa Rica.
- Oficina Nacional de Semillas. 1998. Memoria 1997. San José, Costa Rica.
- Oficina Nacional de Semillas. 2000. Informe de labores periodo 99-2000. Publicación interna, San José, Costa Rica.
- Patricio, A. 1999. Semillas de teca de Bosque Puerto Carrillo S.A. Guía de manejo. San José, Costa Rica. Bosque Puerto Carrillo S.A.
- Patricio, A; Van der Linden, A. 1999. Plan de Manejo de Bosque Puerto Carrillo S.A. Bosque Puerto Carrillo S.A., San José, Costa Rica.
- Salazar, R; Mesén, F; Jara, L; Vásquez, W. 1998. Prosefor, Informe Final, I Fase. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Van der Linden, A; Patricio, A. 1999. Establishment of a nursery of certified teak-seedlings. San José, Costa Rica, Bosque Puerto Carrillo S.A.

**Cuadro 2.** Características del fruto y semillas de *Tectona grandis* en la región Pacífica de Costa Rica.

| Peso del fruto* (g) | Largo del fruto | Diámetro del fruto | No. Semillas/ fruto | Largo semilla | Ancho semilla | Frutos/ kg | Contenido humedad inicial |
|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|------------|---------------------------|
| 0.84                | 1.39 mm         | 16.2 mm            | 1-3                 | 5 mm          | 2 mm          | 1190*      | 11-21 %                   |

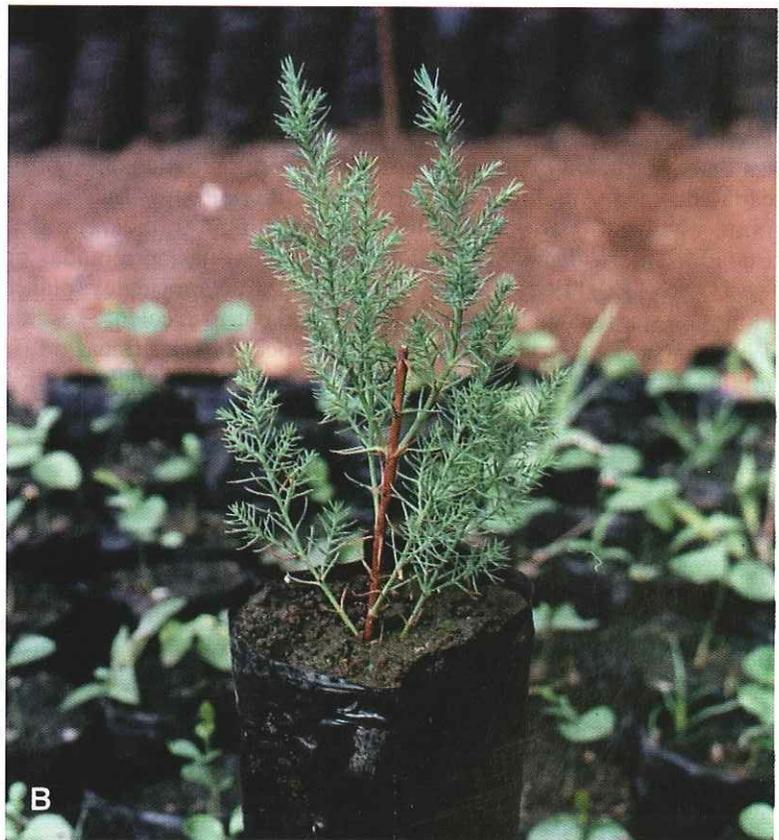
\* fruto pelado y limpio

# Potencial de reforestación clonal con ciprés

## (*Cupressus lusitanica*) Costa Rica

La reforestación comercial con especies como el ciprés sólo podrán progresar si se introduce en su paquete tecnológico el uso de material de la más alta calidad y se complementa con actividades silviculturales recomendadas.

Silvia M. Sánchez  
Olman Murillo



(A) Estaca de *Cupressus lusitanica* proveniente de material de 1,5 años de edad, sometida a una concentración de 1000 ppm de AIB. (B) Material clonado de *Cupressus lusitanica* listo para su plantación. (Fotos: Olman Murillo).

El mejoramiento genético del ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) se ha generado en países de África oriental desde los años 30 (Dyson 1977) y en América Latina, a partir de los años 70, con buenos resultados en la empresa Cartón de Colombia (Gutiérrez y Ladrach 1978 y 1979), donde algunas de las mejores fuentes fueron tres familias seleccionadas de San José de la Montaña, Costa Rica (Osorio 1987).

En Costa Rica, la reforestación en las zonas de altitud media y alta ha venido siendo desarrollada principalmente con ciprés desde hace poco más de 100 años (Bucarey citado por Rodríguez 1997). A la fecha se ha establecido en este país un único rodal semillero en la zona de Coris de Cartago, con una área de menos de una hectárea (Murillo *et al.*, 1996); así como varios ensayos genéticos que incluyen la evaluación de algunas procedencias y familias seleccionadas (Rodríguez 1997). Sin embargo, todos estos esfuerzos aún no son suficientes para conformar un programa de mejoramiento genético a largo plazo, que sustente en el país su desarrollo.

La inexistencia de fuentes semilleras seleccionadas ha provocado fuertes variaciones en el rendimiento de la reforestación en el país (Murillo 1992), cuyos resultados podrían crear un efecto muy negativo de la reforestación. La biotecnología y el mejoramiento genético han logrado incorporar el concepto de reforestación clonal en la forestería, obteniendo importantes resultados en países africanos y en Brasil. Por tanto, la actividad de reforestación comercial con especies como el ciprés sólo podrán progresar si se logra introducir en su paquete tecnológico el uso de material de la más alta calidad posible y se complementa con las actividades silviculturales recomendadas (Chaves y Fonseca 1991).

Tradicionalmente se han utilizado varias formas de propagación vegetativa en mejoramiento genético; una de las más conocidas es el enraizado de estacas. Mediante su exposición a condiciones favorables se promueve la regeneración de su sistema radical y se producen nuevas plantas que conservan las características genéticas del árbol

seleccionado. Con esto se garantiza potencialmente el establecimiento de plantaciones cuyos árboles presentan un crecimiento ortotrópico normal, adecuado para la producción de madera, logrando las mayores ganancias genéticas en el menor tiempo posible (Mesén *et al.* 1992, Mesén 1998).

Parte del programa de mejoramiento genético que se desarrolla con ciprés, incluye la adaptación y mejora de las técnicas de enraizado para establecer luego, bancos de clones y áreas de producción de semilla mejorada.



Luego de 3 semanas después de establecido el ensayo algunas estacas comenzaron a enraizar. (Foto: Olman Murillo).

### Materiales y métodos

Como un primer paso fueron investigadas diversas condiciones del enraizado de estacas variando dosis de AIB (ácido indol-butírico), sustratos, edad del material, productos comerciales y posición de la estaca en la rama. La posición de la estaca en la rama fue evaluada comparando el material distal (hacia el extremo) del intermedio. Las concentraciones de AIB empleadas fueron: 0, 1000, 1500, 2000, 2500 y 3000 ppm; los productos comerciales evaluados fueron el Agri-root, Agrotec, Dip'n Grow, Hormoagro #1, Raizal y Rootone); la edad del material fue de 4 meses, 1,5 años y 2,5 años. Por último se evaluó el sustrato de arena versus la turba. El material vegetativo se tomó de árboles ubicados en el área de producción del vivero forestal y en el área dedicada a la producción de árboles de navidad del

Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tanto las estacas como la arena empleada se desinfectaron previamente con una disolución de Benlate y Kilol a razón de 1 gr y 2,5 ml por litro de agua respectivamente.

Todas las pruebas fueron establecidas en bandejas plásticas para almáximo. Las estacas tenían de 6 a 10 cm de longitud aproximadamente, los extremos superior e inferior se cortaron en forma horizontal con herramientas debidamente esterilizadas.

El tiempo de exposición de las estacas a los enraizadores fue de 15 minutos (para aquellos en presentación líquida) y para las presentaciones en polvo fue de inmersión rápida.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas en todos los casos, donde la parcela mayor fue cada concentración de AIB, el producto comercial o el sustrato, y la parcela menor alguna de las otras variables: edad y posición de la estaca en la rama. El ensayo tuvo cuatro repeticiones, donde cada unidad experimental consistió de 6 estacas, para un total de 120 estacas por experimento.

Todos los experimentos se observaron hasta las 11 semanas. La evaluación incluyó el efecto de las variables estudiadas en la calidad del enraizado y el número de raíces. La calidad de las raíces se evaluó de la siguiente manera: *Calidad 1:* Estacas con formación de raíz adventicia y raíces secundarias bien definidas y abundantes, buen estado fitosanitario con sistema radical que nace desde la base.

*Calidad 2:* Estacas con raíces sanas y vigorosas, cuya raíz adventicia no necesariamente sale de la base, sino de un área lateral del tallo de la estaca. No tan abundante como en la calidad 1.

*Calidad 3:* Estacas con mala formación radicular, sin raíz adventicia bien definida o muy torcida, y sistema radical escaso.

Para todos los casos fueron efectuadas los respectivos análisis de varianza con los datos de porcentaje debidamente transformados ( $x_i = \sqrt{\arcsen(\bar{x})}$ ) y cuadros de contingencia (Chi cuadrado). Una vez definidas diferencias estadísticamente significativas entre algunas de las variables evaluadas se realizaron de comparaciones múltiples de Tukey (Alpha

0,05) con el propósito de determinar el valor diferencial entre los tratamientos en estudio.

**Resultados y discusión**

En la Fotografía A se muestra una estaca proveniente de material de 1,5 años de edad que fue sometida a una concentración de 1000 ppm de AIB. No se obtuvieron diferencias significativas en el enraizado de las estacas según las concentraciones de AIB utilizadas. Sin embargo, entre los productos comerciales sí se encontraron diferencias significativas. De la totalidad de las estacas, el porcentaje de enraizado más alto (45%) se obtuvo para la concentración 1000 ppm. Con los productos comerciales, el porcentaje mayor de enraizamiento (30,8%) se determinó empleando Agrotec.

Se determinó que tres semanas después de haber establecido el ensayo, algunas estacas empezaron a enraizar y a las once semanas se extrajeron estacas con raíces prominentes de hasta 10 cm de longitud.

Además es necesario destacar que el testigo obtuvo un porcentaje de enraizado de 36,2% aproximadamente, lo cual demuestra que las estacas de ciprés son capaces de enraizar sin la aplicación de enraizadores, siempre y cuando se provean las condiciones del medio adecuadas. No obstante, la aplicación de sustancias promotoras del enraizado logra acelerar este proceso. En concentraciones superiores a 1500 ppm se produjo una disminución del porcentaje de enraizado encontrándose a las seis semanas de sembradas las estacas quemadas en el follaje y formación de tejido indiferenciado.

En relación con la edad del árbol del que procedían las estacas, se determinó que de la totalidad de enraizadas, el 77,1% de las estacas juveniles, formaron raíces y conforme aumenta la edad de las estacas la proporción de éstas fue significativamente menor. Lo anterior sugiere que cuando aumenta la edad del material, éste va perdiendo su capacidad de enraizado, dado que las células van diferenciándose más en sus funciones. Por el contrario, el material juvenil aún está en etapas tempranas de crecimiento y sus células inician su proceso de diferenciación y especialización

(Leakey y Mesén 1991). El 13,6% del material enraizado correspondió a estacas de árboles de un año y medio, y el 9,3% a estacas de árboles de 2 años y medio.

La topófisis de la estaca no presentó mayor efecto sobre el proceso de rizogénesis. De la totalidad de las estacas enraizadas, las provenientes de ramas primarias enraizaron ligeramente en mayor proporción (52,3%). Al proceder de distintas partes del árbol, las condiciones lumínicas a las que se encuentran sometidas varían notoriamente, por lo que es obvio que con el material apical se obtiene mejor respuesta (Leakey y Mesén 1991).

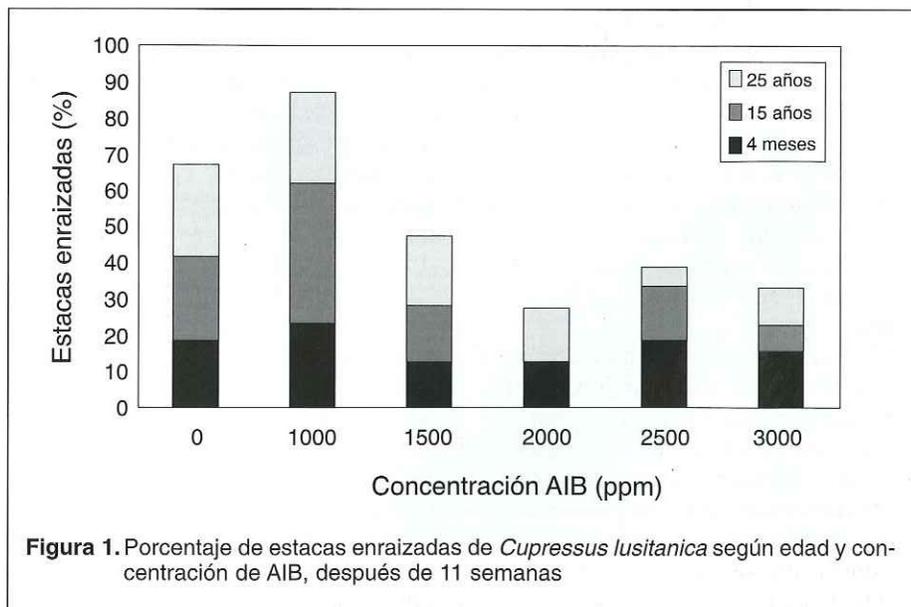
La Figura 1 muestra el porcentaje de estacas enraizadas según la edad por concentración de AIB. No se obtuvieron diferencias significativas en el porcentaje según la edad del árbol y la concentración de AIB utilizada. Sin embargo, es posible incrementar los porcentajes de enraizado en el material adulto si es sometido a reguladores del crecimiento. Cabe mencionar que en algunas estacas provenientes de árboles de uno y dos años y medio se observó rejuvenecimiento de tejido en las partes terminales del material, que podría ser una respuesta preestablecida del brote o bien a una manifestación más de regeneración en la plántula nueva.

El enraizado, según la topófisis de la estaca y la concentración de AIB, no mostró una interacción significati-

va. Sin embargo, de todas las estacas tomadas de posición secundaria en la rama y sometidas a la concentración 1000 ppm, un 80% manifestó rizogénesis. Esto se explica si se tiene en cuenta que es en las estacas con porciones leñosas donde los carbohidratos acumulados contribuyen a la formación de raíces debido a la acción de sustancias promotoras del enraizado (Hartmann y Kester 1989).

Tampoco se encontró una interacción significativa entre el porcentaje de enraizado según la edad y la topófisis de la estaca. Se obtuvo, como era de esperar, un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas de cuatro meses de edad, tanto de posición distal como de posición secundaria (del total de estacas enraizadas 88,5% y 64,2% respectivamente).

Al analizar la interacción entre la calidad del enraizado, la concentración de AIB, la topófisis y la edad del árbol del que provino el material, no se determinaron diferencias significativas. Lo que podría indicar que la calidad del sistema radical estuvo altamente relacionada con factores físicos externos como el sustrato, por ejemplo. No obstante, se observó que a mayores concentraciones de AIB el porcentaje de estacas con un sistema radical de características deseables (calidad 1) tiende a disminuir notablemente, inhibiendo el crecimiento de la raíz principal y promoviendo la formación de raíces laterales (Flores 1994).



Con relación al efecto del sustrato empleado, sobre el enraizado de las estacas, se encontró que el equivalente al doble de las estacas plantadas en turba enraizó, utilizando arena como sustrato. Además, las estacas plantadas en arena presentaron un número mayor de raíces secundarias. Estas diferencias se explican si se toma en cuenta que las demandas hídricas entre sustratos difieren ampliamente. La arena a diferencia de la turba, permite que el agua circule homogéneamente por capilaridad sin acumularse y compactar el sustrato.

### ¿Cómo clonar el ciprés?

Conocida la técnica de propagación vegetativa del ciprés con material de hasta dos años y medio, el reto es cómo propagar material de árboles *plus*, cuya edad imposibilita su propagación con los métodos hasta ahora descritos. Ante esta situación se proponen cuatro posibles vías de clonación:

- Continuar con reinjertos en serie de árboles *plus* hasta lograr obtener material rejuvenecido (Mesén 1998). A partir de este material rejuvenecido se continuaría con el enraizamiento de estacas tal y como se muestra en este trabajo
- Establecer ensayos de progenie con semilla de los árboles *plus* y propagar vegetativamente los mejores individuos de las mejores familias (evaluadas a los dos años y medio)
- Establecer ensayos de progenie a partir de cruces controladas entre

las mejores familias de un programa de mejoramiento genético, y propagar vegetativamente los mejores individuos de las mejores familias (evaluadas a los dos años y medio). Estas últimas dos estrategias se conocen como amplificación familiar y han sido propuestas para *Pinus radiata* en Chile (Moreno 1998). La evaluación aunque se realice a muy temprana edad, pretende eliminar progenies indeseables que aún podrían surgir dentro de familias superiores producto de la segregación mendeliana de sus progenitores

- Intentar estimular la brotación de tejido rejuvenecido en árboles *plus* a partir de podas de ramas, heridas provocadas en el fuste, entre otras posibles formas de activar zonas de alta actividad meristemática. Nuevas técnicas y estrategias de propagación (como el cultivo *in vitro*) podrán en un futuro cercano facilitar aún más las posibilidades de clonación de este tipo de especie.

### Conclusiones y recomendaciones

Bajo condiciones controladas de humedad y temperatura es posible la propagación vegetativa de ciprés usando arena y sustratos alternativos entre ellos, la turba. Como alternativa para ampliar y diversificar la reducida gama de sustratos que se han probado con esta especie, se recomienda continuar con estudios que involucren otros sustratos como aserrín o buru-

cha, por ejemplo, y tomar en cuenta las características de los mismos al momento de definir aspectos como frecuencia y cantidad de riego.

De la totalidad de las estacas, el porcentaje de enraizado más alto (45%) se obtuvo para la concentración 1000 ppm. Con los productos comerciales, el mayor porcentaje de enraizamiento (30,83%) se determinó empleando Agrotec. El material testigo obtuvo un enraizamiento de 36%. Del total de estacas enraizadas, el material proveniente de plántulas de cuatro meses de edad obtuvo un 77%, el de 1,5 años un 13,5% y el de 2,5 años un 9,3%.

No hubo diferencias significativas en el porcentaje de estacas enraizadas según su posición en la rama. No obstante, del total de estacas enraizadas, las provenientes de la posición distal respondieron mejor al enraizado (88,50%).

Con el uso del propagador de subirrigación y bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, el éxito del enraizado es mayor. Pero es factible introducir variantes en el diseño según los requerimientos y disponibilidad de espacio. 

Silvia Sánchez  
Olman Murillo

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Centro de Investigación en Integración  
Bosque Industria  
Tel: (506) 550-2279  
Fax: (506) 591-4182  
E-mail: omurillo@itcr.ac.cr

### Literatura citada

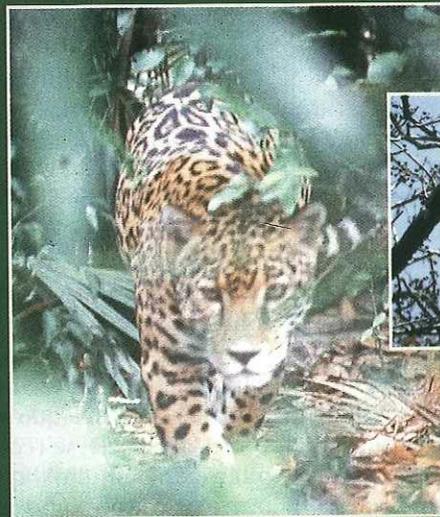
- Chaves, E; Fonseca, W. 1991. Ciprés, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 63p. (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No. 168).
- Dyson, W; Raunio, A. 1977. Revised heritability estimates for *Cupressus lusitanica* in East Africa. *Silvae Genetica* 26(5-6): 193-196.
- Gutiérrez, M; Ladrach, W. 1978. Iniciación de un programa de mejoramiento genético de *Cupressus lusitanica* y *Pinus patula* en Colombia. Boletín Forestal Latinoamericano de Investigaciones y Capacitación. (Venezuela). No 53:3-19.
- Gutiérrez, M; Ladrach, W. 1979. Logros genéticos con *Cupressus lusitanica* a través de seis años de mejoramiento de árboles en Colombia. Cali, Colombia, Cartón de Colombia S.A. 10p. (Investigación Forestal: Informe de investigación No. 117).
- Hartman, H; Kester, D. 1989. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. A. Marino. 3 ed. México, DF, Continental. 760p.
- Leakey, R; Mesén, F. 1991. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. In Cornelius J.P; Mesén, J.F; Corea, E. eds. Manual sobre mejoramiento genético con referencia especial a América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p113-133.
- Mesén, F; Leakey, R; Newton, A. 1992. Hacia el desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. El Chasqui. No 28: 6-18.
- Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Turrialba, Costa Rica, CATIE 36p. (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE-PROSEFOR No. 30).
- Moreno, G. 1998. Estrategias para los programas de mejoramiento genético de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* en los países de RASEFOR. Chillán, Chile, Ministerio de Agricultura. Corporación Nacional Forestal. Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal. Centro de Semillas, Genética e Investigaciones Entomológicas. 42 p.
- Murillo, LF; Hernández, X; Murillo, O. 1996. Evaluación de la calidad de plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en el Valle del Guarco, Cartago, Costa Rica. *Agronomía costarricense* 20(1) : 17-32.
- Murillo, O. 1992. Necesidad de programas de producción de semilla mejorada para la reforestación en Costa Rica. In Congreso Forestal Nacional (2, 1992, San José, Costa Rica). La actividad forestal al servicio de un país en desarrollo: memoria. San José, Costa Rica, Litografía e Imprenta Li. P 7-9.
- Orosio, G. 1987. Crecimiento de 20 familias de *Cupressus* de Costa Rica, Kenya, México y Europa a los ocho años. Cali, Colombia. Cartón de Colombia S.A. 4p. (Investigación Forestal: Informe de Investigación No. 113).
- Rodríguez M; JA. 1997. Evaluación de un ensayo de progenies de ciprés (*Cupressus lusitanica* Miller) en tres sitios de Costa Rica. Tesis Lic. Cs. For. Escuela de Ciencias Ambientales. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 149p.

# El manejo del bosque natural tropical y su impacto en la diversidad de la fauna

## Una visión general integrada

Este artículo examina algunos efectos del manejo de tala selectiva en los bosques naturales tropicales, enfocándose en los impactos a la composición y estructura del bosque que afectan a grupos claves de poblaciones de fauna, cambios en la abundancia y riqueza de especies y biodiversidad.

Kathleen McGinley



Fotos: Archivo WWF



Los bosques tropicales se han convertido en un área de fuerte interés en el escenario mundial debido a las continuas y altas tasas de deforestación en el trópico y al gran número de especies que se extingue, como resultado de la degradación y destrucción del bosque que puede significar la desaparición de recursos biológicos potencialmente valiosos. Estos bosques están entre los ecosistemas más ricos del mundo en términos ecológicos, biológicos, económicos y sociales. Precisamente por el valor que poseen, están surgiendo distintos esfuerzos por revertir las tendencias de deforestación mediante la conservación, preservación y manejo sostenible.

Es reconocido que el manejo forestal produce impactos que pueden provocar cambios en la riqueza del ecosistema boscoso; dichos impactos son más extensivos en los trópicos donde los ecosistemas forestales resultan ser más complejos y diversos. Sin embargo, los impactos negativos pueden reducirse a un mínimo con una buena planificación del manejo forestal y una implementación cuidadosa.

Este artículo examina algunos efectos del manejo de tala selectiva en los bosques naturales tropicales. Se centra en los impactos de la composición y estructura del bosque que afectan a grupos claves de fauna en los ecosistemas forestales. Se reconoce que el manejo del bosque natural no conserva la biodiversidad original de un área determinada en su estado prístino (primitivo), pero cuando se realiza un manejo forestal en términos sostenibles es una poderosa herramienta para aumentar las prácticas de preservación en áreas estrictamente protegidas.

### Manejo de bosques naturales en el trópico y sus efectos en el ecosistema

Las prácticas forestales en los trópicos abarcan diferentes niveles y extremos del manejo del bosque natural (MBN), contemplando el manejo de mínimo impacto hasta el aprovechamiento de alta intensidad que resulta en impactos severos. Si el MBN es considerado técnicamente posible, en la práctica, todavía falta por verse, sobretodo por objetivos poco claros, fal-

ta de monitoreo y limitada inversión de tiempo de operación (Dickinson 1996). Idealmente el MBN extrae un volumen pequeño y selectivo de madera. Es así como se protege el bosque, se promueve la regeneración de especies seleccionadas y se permite el paso de un tiempo adecuado para la recuperación del ecosistema, de manera que el proceso pueda repetirse sobre una base sostenible (Delgado y Finegan 1999). De acuerdo con Whitmore (1990) y Sayer y Wegge (1991) el manejo forestal que provoca estos tipos de perturbación antropogénica (causada por el ser humano) imita los procesos naturales que propiamente crean y conservan la biodiversidad en bosques tropicales.



Con los trastornos del MBN y la apertura del dosel, después de un proceso de aprovechamiento, muchos cambios climáticos y estructurales ocurren en el microambiente. El incremento en la cantidad de luz que llega hasta el suelo del bosque causa un aumento de las temperaturas diurnas y disminución de los niveles de humedad (Jonkers 1987). Hay cambios en el suelo como resultado de la compactación, que puede provocar menor filtración, erosión, pérdida de nutrientes y escorrentía superficial. Esta última influye en los ciclos de inundaciones y sequías dentro del

bosque y en la sedimentación en los cursos de agua. Con la disminución de la densidad de árboles y plantas atribuida a los impactos directos e indirectos del manejo, también ocurren cambios estructurales, como la reducción en la complejidad estructural y aumento de la homogeneidad local (Whitmore 1996, Johns 1997).

### Efectos del MBN a la vegetación

Como resultado de la apertura del dosel las especies vegetales pueden ser afectadas por los cambios en el microclima, específicamente por el aumento de la temperatura local y la disminución de la provisión de agua (Whitmore 1996). Estos cambios son reflejo directo de la intensidad de tala y de los daños provocados por la extracción. El daño al rodal remanente aumenta con la intensidad del aprovechamiento y es provocado por la caída de los árboles cortados sobre la copa de árboles remanentes cercanos, o sobre otros árboles y plantas del sotobosque. También se puede afectar la regeneración de plántulas y árboles jóvenes presentes en el sotobosque (Hendrison 1990, Whitmore 1996, Johns 1997).

No obstante, el daño causado por la caída de los árboles es pequeño si se compara con el que provoca la construcción de caminos (primarios, secundarios, de arrastre, etc.) y de patios de acopio (Hendrison 1990). Este daño puede ser directo o indirecto y dar como resultado cambios en el microclima y en la estructura local. El daño indirecto puede provocar la muerte de árboles por efectos de borde creados por la apertura del dosel y los cambios estructurales. Al aumentar los efectos de borde, aumenta también la exposición al viento y a elementos potencialmente dañinos. Otros efectos indirectos incluyen la pérdida y maltrato a la regeneración y a las plántulas debido a trastornos por exposición a la luz, temperatura local y condiciones de suelo (Whitmore 1996, Johns 1997).

### Efectos del MBN en la fauna silvestre

Cuando hay cambios en la riqueza y diversidad de especies vegetales, eventualmente también habrán cambios en la riqueza y diversidad de es-

pecies animales (Bawa *et al.* 1990; Boyle y Sayer 1995). Los animales que requieren de una planta en especial —que son incapaces de adaptarse a otros recursos— pueden sufrir severamente si los impactos del aprovechamiento perjudican a la población de esa planta, provocando competencia entre esos animales.

Dicha competencia puede aumentarse también por la invasión de especies superiores. Los efectos de la extracción maderera aumentan cuando ciertas especies de plantas pierden abundancia como consecuencia de las prácticas de aprovechamiento intensivo y de la ausencia de polinizadores o dispersadores de semilla (Ghazoul y Hill, en prensa). Sin embargo, las perturbaciones producidas por la extracción de madera no sólo influyen en la disminución de ciertos recursos biológicos, sino que pueden contribuir al aumento de otros (Bawa *et al.* 1990).

En los claros creados en el bosque —por la remoción de árboles— comúnmente disminuye la cantidad de árboles dominantes de larga vida, a la vez que aumenta la abundancia de especies pioneras. El aumento de la población de algunas plantas y los cambios en la composición florística provocan modificaciones en los recursos alimenticios y de hábitat de diferentes grupos de animales. Sin embargo, debe considerarse que el aprovechamiento provoca cambios en la composición de especies, cuando especies pioneras reemplazan a otras que requieren de condiciones no afectadas. Así, especies características del interior del bosque son reemplazadas por aquellas que se logran adaptar a las nuevas condiciones, lo que causa un aumento en la abundancia pero, además, cambios en la composición.

### **Invertebrados**

Los efectos del manejo de bosque y de la intensidad de aprovechamiento en los invertebrados varían con la intensidad y el tiempo. Debido a su pequeño tamaño, poblaciones fluctuantes, clasificación e identificación taxonómica incompletas, todavía es difícil predecir sus reacciones a las actividades de aprovechamiento. A pesar de la falta de información e identificación de los invertebrados, son un componente vi-

tal en los sistemas vivos, específicamente en los bosques tropicales; su presencia no es sólo importante en la biodiversidad de los ecosistemas boscosos, sino que también tienen un papel esencial en las funciones y procesos del bosque, como descomposición, ciclo de nutrientes, polinización y dispersión de semillas. También contribuyen a la regeneración de especies forestales y ayudan en la recuperación del bosque después de perturbaciones (Whitmore 1990).

Los cambios en los microhábitats producen efectos también en estas poblaciones, ya que por lo general son intolerantes a fluctuaciones de temperatura. La disminución de las poblaciones locales puede darse si la explotación maderera afecta la estabilidad relativa de microclimas en los estratos del suelo y del sotobosque.

Muchos invertebrados han desarrollado intrincadas relaciones con especies vegetales específicas, como epífitas, orquídeas y otras plantas del dosel superior. Las poblaciones de invertebrados se ven afectadas en la medida en que esas plantas sean afectadas por daños atribuidos a los impactos del manejo. No obstante, muchos invertebrados tienen mecanismos de recuperación; como ejemplo su corta vida y altas tasas de fecundidad ofrecen a este grupo cierta resistencia a las perturbaciones. Así, estas poblaciones sobreviven y se recuperan cuando las actividades de manejo forestal se asemejan a disturbios naturales y subsecuentemente, en el tanto las plantas asociadas logren establecerse en la fase de regeneración (Ghazoul y Hill in press). La capacidad de diferentes especies para recuperarse después de una operación forestal depende en buena parte de la intensidad y tamaño de la perturbación, así como del tiempo transcurrido entre eventos de disturbio. Al igual que en todos los grupos de especies, cualquier disturbio, natural o antropogénico, afectará de manera positiva a unos y negativa a otros, pues unos recursos aumentan y otros disminuyen.

### **Mariposas**

Las mariposas tropicales son muy diversas y representan uno de los grupos de invertebrados más estudiados. Su diversidad comúnmente se corre-

laciona con la diversidad de plantas florales en el sotobosque, por las numerosas relaciones exclusivas desarrolladas entre una especie de planta y un huésped de especie mariposa (DeVries 1987). Como respuesta a los impactos de las operaciones forestales, las poblaciones de mariposas han mostrado incrementos y descensos, que dependen del aumento ó de la disminución de sus nichos requeridos. La reducción de estratificación estructural, el aumento de la densidad en el sotobosque y la subsecuente pérdida de plantas —exclusivamente relacionadas con ciertas especies de mariposas— son los efectos más comunes de la extracción de madera.

### **Polillas**

Las polillas son más afectadas que las mariposas por las actividades de manejo forestal. Holloway *et al.* (1992, citado por Johns 1997) registra disminuciones significativas en la diversidad de especies siete años después de la tala en un bosque húmedo de bajura en Sabah, Borneo; además, se dieron cambios marcados en la composición de especies, en comparación con el bosque no perturbado. La mayoría de las especies de polillas son herbívoras y se alimentan de especies de plantas específicas que, al perderse debido al aprovechamiento forestal y a los cambios subsecuentes en la composición florística local, harán cambiar también a las poblaciones de polillas.

### **Escarabajos**

Los escarabajos son el grupo de insectos más diverso de los bosques tropicales y tienen una relación directa con los animales debido al consumo y a la dispersión de su excremento. El grupo de escarabajos muestra una alta diversidad de requerimientos de hábitats, con un rango de especies desde muy general hasta extremadamente especializadas, en cuanto a sus requisitos de forrajeo y condiciones de sitio. Según Klein (1989) y Anduaga y Halfpter (1991) (citados por Aguilar 2000) especies de escarabajos son afectadas por los cambios estructurales de composición en el bosque intervenido. Ellos indican que muchas son afectadas negativamente por la disminución en alimento debido a la reducción o desaparición de animales afectados por los impactos del manejo.

Además, Klein (1989, citado por Aguilar 2000) señala que especies tropicales de escarabajos evitan zonas abiertas, típicas de áreas del bosque en que hubo aprovechamiento y a las que llegan nuevas especies causando cambios en composición.

#### **Termitas**

Este grupo tiene un papel clave en diferentes etapas de la descomposición, sobre y dentro del suelo, pero no ha sido muy estudiado en sus respuestas al manejo. Ghazoul y Hill (in press) puntualizan sobre estudios en Camerún que demostraron un incremento en la abundancia de termitas y en la riqueza de especies después de tala selectiva. Sin embargo, en Western Ghats, India las poblaciones de termitas terrestres sufrieron severamente después de un aprovechamiento con impacto mínimo; disminuyeron en densidad y biomasa.

#### **Vertebrados**

Si la abundancia y disponibilidad de fuentes de alimentos cambian con el aumento de los impactos de la tala, también puede cambiar la abundancia de ciertas especies de vertebrados. Según Johns (1997) no es muy común que el aprovechamiento forestal elimine ninguna especie, especialmente cuando el daño es bajo; sin embargo, pueden ocurrir cambios notables en la abundancia relativa de algunas especies. Por lo general la tala no suele provocar trastornos significativos en las poblaciones de vertebrados ya que muchos no dependen de fuentes alimenticias específicas. Algunos de los más grandes muestran una alta capacidad de adaptación; por ejemplo este autor manifiesta que en estudios de poblaciones de perezosos en bosques de varzea aprovechados y no aprovechados en la Amazonía brasileña y oriental no mostraron cambios en abundancia ni en diversidad.

#### **Vertebrados grandes ramoneadores**

En algunos casos los impactos de manejo forestal causan aumentos en las poblaciones de vertebrados grandes. Frumhoff (1995) señala que los vertebrados terrestres más grandes como el venado y el tapir donde aumentaron sus poblaciones después del aprovechamiento, por ser ramoneadores (que comen hojas y ramas) fueron

atraídos por las áreas abiertas dominadas por nueva vegetación. La abundancia de animales frugívoros (animales que se alimentan de frutos y vegetales) y predadores de semillas no especializados, a menudo aumenta en áreas con fuerte regeneración, al incrementarse también la disponibilidad de fuentes de alimento. También, se dieron disminuciones de vertebrados terrestres grandes debido al aumento de cacería en bosque intervenidos (Johns 1997).

#### **Vertebrados omnívoros / predadores**

En general, los omnívoros y predadores grandes son más susceptibles al impacto de la tala debido a la menor disponibilidad de recursos, contracción del área no disturbada y aumento de la cacería. Los grandes mamíferos son componentes claves de los ecosistemas forestales y del delicado balance que los mantiene. Son importantes en la cadena alimentaria que requiere de grandes carnívoros (jaguar, puma) que depredan a los grandes consumidores de semillas (jabalí, jochis), y pequeños carnívoros (gato montés, aves de presa) que depredan a los pequeños consumidores de semilla (roedores) como aspectos necesarios en mantener la diversidad en composición, estructura y abundancia del bosque (Rumiz *et al.* 1998).

#### **Vertebrados frugívoros**

Los cambios en la estructura y composición del bosque, como resultado del manejo, pueden perjudicar directamente a estas poblaciones cuando merma el alimento. Además, con el aumento en accesibilidad en los bosques intervenidos, aumenta la cacería, afectando a las poblaciones dentro del bosque (Johns 1988).

#### **Primates**

Las especies de primates generalmente no disminuyen en número debido a cambios en el ecosistema boscoso. La mayoría de los primates son frugívoros y han desarrollado mecanismos de adaptación para cambiar a hábitos folívoros (dieta dominada por hojas). Tal es el caso del mono rojo aullador (*Alouatta seniculus*) en Brasil, el cual se alimenta básicamente de frutas del bosque primario, pero cambia a hojas cuando el bosque es aprovechado. Los efectos negativos en los primates

se dan, más que todo, por la cacería y reducción de rango debido a reducción de hábitat (Johns 1997).

#### **Aves**

Las aves asociadas con los bosques tropicales son un grupo muy diverso debido a sus relaciones estrictas con los nichos proveídos por la estratificación y diversidad de hábitats dentro de los ecosistemas forestales. Los cambios provocados por el manejo forestal pueden tener efecto en ellas: cambios en estructura, microclima y disponibilidad de recursos alimenticios. En estas poblaciones las especies del sotobosque son las más afectadas por el aprovechamiento forestal; su abundancia declina rápido ya que los individuos buscan hábitats más favorables, evitando los claros dentro del bosque. Como resultado de la fragmentación, algunas especies especialistas son severamente afectadas por la falta de un nicho apropiado mientras otras especies generalistas aprovechan de los cambios y aumentan en abundancia (Johns 1988, 1997).

#### **Sostenibilidad en el manejo de bosques naturales**

En qué medida los bosques tropicales húmedos pueden ser manejados y utilizados de manera sostenible es objeto de considerable interés científico, y un aspecto importante en la conservación de la diversidad biológica (Palmer y Synott 1992). Desde la perspectiva de la biodiversidad, existe una gran cantidad de opiniones sobre el mecanismo más eficiente para conservar estos bosques y su biodiversidad. El medio más obvio para preservar la diversidad biológica en el bosque tropical es la protección total. Sin embargo, ésta no es una solución factible pues la cobertura forestal disminuye si aumenta la demanda por los bienes y servicios que el bosque ofrece. Putz (1994) afirma que hay suficiente conocimiento sobre la ecología y silvicultura del bosque tropical para poder proteger las funciones del ecosistema y mantener la biodiversidad, y a la vez, producir beneficios financieros mediante el aprovechamiento forestal.

En la búsqueda de soluciones para la conservación y manejo de la biodiversidad, el MBN debe considerarse

un componente vital. Las estrategias de conservación basadas en la protección estricta de áreas claves, combinadas con la conservación a través del uso y manejo sostenible surgen como una solución promisorio. Los bosques manejados pueden ser un complemento valioso a las áreas protegidas para efectos de conservación, cuando se manejan de una manera sostenible, a través de técnicas de aprovechamiento de bajo impacto que reduzcan el daño a la estructura y composición del bosque (Dickinson *et al.* 1996).

El MBN tiene potencial en la conservación de la diversidad biológica. Aunque no protege la biodiversidad en su estado prístino, si se realiza de acuerdo con estándares sostenibles, el MBN tiene el potencial de contribuir mucho a reducir la pérdida de biodiversidad. Hay varias categorías de normas para el manejo forestal como los principios y criterios del FSC (1998) en el escenario global; los criterios e indicadores (C e I) del ITTO (1999) en el área internacional; los C e I del Proceso de Lepaterique a para lo regional (CCAD 1997); el estándar de la Comisión Nacional de Certificación Forestal de Costa Rica (CNCF 1999)) con la propuesta de lineamientos verificables y cuantificables para medir el

grado de sostenibilidad en los bosques manejados. Entre estas medidas de la sostenibilidad deben existir medidas específicas relacionadas con la fauna y mecanismos para su valoración y monitoreo. Es necesario desarrollar técnicas asequibles de evaluación y monitoreo de los impactos y resultados de las operaciones forestales así como medidas para la retroalimentación de esta misma información y la adaptabilidad de las mismas prácticas para poder contribuir a la conservación de la biodiversidad en los bosques manejados (Prabhu *et al.* 1999).

### Conclusiones

Cuando la explotación forestal causa cambios en la estructura y composición del bosque, como la disminución en la disponibilidad de recursos alimenticios y cambios en el microclima, los animales especializados -incapaces de adaptarse a esos cambios- son los que más sufren, como es el caso de muchas especies de mariposas que han desarrollado relaciones específicas con una especie de planta. La explotación forestal también puede afectar positivamente la abundancia de especies cuando aumenta la disponibilidad de recursos alimenticios o de hábitat, como el ejemplo de los ramoneadores.

El MBN no pretende ser un medio de preservación, sino un medio de producción que, bien ejecutado, puede contribuir a la conservación del ecosistema en el cual opera. La sostenibilidad de ecosistemas ecológicamente diversos puede lograrse a través del MBN; sin embargo, como resultado del manejo, siempre se presentarán cambios en el ecosistema. El mayor potencial del MBN para alcanzar la conservación de la fauna localmente es por medio de técnicas de manejo mejorado, su implementación, su monitoreo y su adaptabilidad, y a un mayor grado de apoyo gubernamental, la valoración de la producción múltiple de los bosque (bienes y servicios) y la unión de esfuerzos existentes en diferentes sectores. Con el apoyo integrado de todos los involucrados hay esperanza para sostener los bosques tropicales a través del buen manejo y la conservación de su diversidad biológica. 

Kathleen McGinley

B.S. Manejo y Conservación de Recursos Forestales, University of Florida  
Estudiante de Maestría en Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad  
7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica  
Tel. (506) 558-0401 Fax. (506) 556-2430  
E-mail mcginley@catie.ac.cr

### Literatura citada

- Aguilar Amuchastequi, NA; Finegan, B; Louman, B; Delgado, D. 2000. Patrones de respuesta de Scarabinae a las actividades de manejo en bosques naturales tropicales. *Revista Forestal Centroamericana*. No. 30: 40-45.
- Bawa, KS; Seidler, R. 1997. Natural forest management and conservation of biodiversity in the tropics. *Conservation Biology*. 12:46-55.
- Bawa, KS; Ashton, P.S; Mohd Nor, S. 1990. Reproductive ecology of tropical forest plants: management issues. In Bawa K.S.J; Hadley M. eds. *Reproductive ecology of tropical forest plants*. París, The Parthenon Publishing Group. p.3-20.
- Boyle, TJB; Sayer, JA. 1995. Measuring, monitoring y conserving biodiversity in managed tropical forests. *Commonwealth Forestry Review*. 74:20-25.
- Delgado, D.; Finegan, B. 1999. Biodiversidad vegetal en bosques manejados. *Revista Forestal Centroamericana*. 25:14-20.
- DeVries, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history No. 1 Papilionidae - Pieridae - Nymphalidae. Princetown New York, Princeton University Press, 327 p.
- Dickinson, MB. 1996. Natural forest management as a conservation tool in the tropics: divergent views on possibilities y alternatives. *Commonwealth Forestry Review*. 75:309-315
- Frumhoff, PC. 1995. Conserving wildlife in tropical forests managed for timber. *Bioscience* 45(7): 456-464.
- Ghazoul, J; Hill, JK Impacts of selective logging on tropical forest invertebrates. In Fimberl, R.A; Grajal A; Robinson JG. eds. (en prensa) *Conserving wildlife in managed tropical forests*. New York, Columbia University Press.
- Guariguata, MR; Pinard, M. 1998. Ecological knowledge of regeneration from seed neotropical forest trees: implications for natural forest management. *Forest Ecology and Management*. 12: 87-99.
- Johns, A. 1988. Effects of selective timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores y folivores. *Biotropica* 20:31-37.
- Johns, AG. 1997. Timber production and biodiversity conservation in tropical rain forests. Cambridge, Cambridge University Press. 225 p.
- Jonkers, WB. 1987. Vegetation structure logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Netherlands, Wageningen Agricultural University. 172 p.
- Henderson, NJ. 1990. Damage-controlled logging in a managed tropical rain forest in Suriname. Wageningen Netherlands, Agricultural University. 204 p.
- Palmer, J; Synott, T.J. 1992. The management of natural forests. In Sharma, N. ed. *Managing the world's forests: looking for balance between conservation y development*. Dubuque, Iowa, Kendall/Hunt, p.337-373.
- Prabhu, R.; Colfer, CJP; Dudley, R. 1999. Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management: A C&I Developer's Reference. Jakarta, Indonesia. CIFOR. 186 p.
- Putz, FE. 1994. Approaches to sustainable forest management. Bogor, Indonesia, CIFOR, 28 p.
- Rumiz, D; Painter, L; Wallace, R; Guinart, D; Herrera, J. 1998. La fauna silvestre y sus recursos: ¿qué sabemos y cómo aplicarlo al manejo sostenible del bosque en Bolivia? In Memoria del Simposio Internacional sobre Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical. Bolivia. BOLFOR/IUFRO/CIFOR, p. 63-97
- Sayer JA; Wegge, P. 1991. Conserving biological diversity in managed tropical forests: proceedings of a workshop held at the IUCN General Assembly. Gland, Suiza, IUCN/ITTO. 83 p.
- Sayer, JA; Zuidema, P.A; Rijks, M.H. 1995. Managing for biodiversity in the humid tropics. *Commonwealth Forestry Review*. 74:282-287
- Whitmore, TC. 1990. An introduction to tropical rain forests. Oxford, Clarendon Press. 226 p.
- Whitmore, TC. 1996. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In Gómez-Pompa, A; Whitmore, TC; Hadley M. eds. *Rain forest regeneration and management*. París, The Parthenon Publishing Group. p. 67-90.

# Cuculmecca y Zarzaparrilla: Plantas medicinales típicas con problemas de uso típicos de América tropical

La cuculmecca y la zarzaparrilla son productos no maderables del bosque tropical, con gran tradición de uso en América Central. Ahora el CATIE y otras instituciones se plantean el reto de garantizar su conservación y aprovechamiento sostenible.

Róger Villalobos



Fotos: AMCB, CATIE

Planta de *Smilax* sp. de la cual se cosechan y comercializan raíces fibrosas, conocidas en Costa Rica como Zarzaparrilla.

Planta de *Smilax* sp. de la cual se cosechan y comercializan rizomas voluminosos, conocidos en Costa Rica como Cuculmecca.

**F**ortalecerse, tener mayor vigor, combatir la debilidad, limpiar y controlar enfermedades de la sangre y curar mordeduras de serpiente son algunas expresiones con las que durante cientos de años se ha justificado el uso de las plantas medicinales denominadas "cuculmea" y "zarzaparrilla", nativas de la América tropical (Robles y Villalobos 1998).

Otras propiedades más específicas que se le atribuyen a estas plantas son su poder analgésico, depurativo de la sangre, diurético, diaforético, anti psoriasis, control de reumatismo, gota, artritis, inflamaciones, anemia, problemas abdominales, vaginitis, enfermedades venéreas. Otras, particularmente dermatológicas (erupciones, eccemas, costra láctea, verrugas, forúnculos) han motivado su comercialización en grandes cantidades, al menos desde el periodo colonial (Brown 1995, CEMAT y FARMAYA 1990, Fouque 1981, House *et al* 1995, Robles y Villalobos 1998).

La llamada zarzaparrilla se cuenta entre los primeros productos que fueron exportados hacia Europa por parte de los colonos, desde países como México, Honduras, Ecuador y Perú (Brown 1995). Al igual que ocurrió con otras plantas medicinales cuyas propiedades, reales o asumidas popularmente, llamaron la atención de los europeos, la fama de la zarzaparrilla como medicamento eficaz para el control de la sífilis motivó una gran demanda del producto en el viejo continente (Robles y Villalobos 1998).

El nombre "zarzaparrilla" es más común y conocido internacionalmente que el de "cuculmea", tanto en los textos antiguos como en modernas publicaciones, pero ambas plantas son importantes en los mercados populares de América Central y se refieren a especies del género vegetal *Smilax*, de la familia Smilacaceae. Este género, además de los usos medicinales atribuidos a varias de sus especies, incluye plantas que son fuente de fibras o cuyos tallos se emplean con fines ornamentales. La presencia de espinas hace que se les conozca en Guatemala como "corona de Cristo", y son utilizadas con fines decorativos y religiosos, particularmente en la época de Semana Santa.

Varios de quienes estudiamos los productos del bosque y las plantas medicinales consideramos el género *Smilax* como un recurso emblemático, representativo del bosque tropical como fuente de productos útiles al ser humano y de los retos intrínsecos al uso sostenible de estos recursos que justifican su investigación y el establecimiento de prácticas de manejo forestal diversificado. Después de quinientos años de exportaciones hacia Europa, estas plantas siguen obteniéndose de sus poblaciones silvestres en el bosque; pero aún se conoce poco sobre sus propiedades, biología y alternativas de manejo.

### Un producto antiguo

Varias referencias históricas dan una idea sobre el comercio y la relevancia de la "zarzaparrilla" en tiempos de la colonia. La planta fue descrita en 1536 por el médico sevillano Nicolás Monardes, estudioso y crítico de los nuevos medicamentos llegados desde América, en su publicación "*Pharmacodilosia*". En 1570 el doctor Francisco Bravo incluye un estudio de la zarzaparrilla, ampliamente usada en la época, en el primer libro de medicina impreso en la Nueva España: *Opera Medicinalia* (Villalobos *et al.* 1998).

Un informe de Fray Ceballos, en 1610, sobre el "comercio de la provincia de Costa Rica" afirma que "... en la región de Talamanca abunda el cacao, hay mucha miel y cera, pita y zarzaparrilla", mientras que Fernando de Escobedo, en 1675, indica que en ese país hay "... mucha suma de maderas y zarzaparrilla, y que la zarza es lo mejor de todas las Indias". Posteriormente, varios textos del siglo XIX revelan una preocupación de las autoridades de Costa Rica por proteger el recurso de la zarzaparrilla de su saqueo en los bosques, establecer impuestos a su exportación y evitar el monopolio" (Villalobos *et al.* 1998).

Ya para 1853 la "zarzaparrilla" aparece documentada como el principal producto de exportación de Iquitos, un destacado punto de comercialización de productos amazónicos, (Domínguez y Gómez 1990) y como uno de los primeros productos extraídos de la cuenca del Río Magdalena en Colombia durante toda la Colonia (Galvis 1994).

### Un producto no maderable del bosque

Aún no se conoce ninguna evidencia de que existan plantaciones comerciales de zarzaparrilla en América Central en el pasado reciente o antiguo, a pesar de que según Villalobos *et al.* (1998), el antiguo texto de Fray Ceballos -1610- afirma que, "los indios de Talamanca siembran mucho maíz, cacao y zarzaparrilla" y que el Gobernador Acosta en 1803 hace mención al cultivo de plantas medicinales, incluyendo la zarzaparrilla. De manera que, probablemente la expresión "cultivo" o "siembra" se utilizó en estos textos para referirse a las poblaciones naturales cosechadas para obtener el producto.

La cosecha de materiales nativos silvestres es una forma de abastecimiento del mercado de plantas medicinales, el uso de dichos recursos está muy ligado a las culturas autóctonas, pero incluso en Costa Rica, uno de los países con menor población indígena del continente, el 47% de las especies medicinales comercializadas se originan de poblaciones silvestres y no de plantaciones; un 16% son cultivadas con otros fines agrícolas, pero también se usan como medicinales; y sólo el 37% se utiliza específicamente con ese fin. Tanto la cuculmea como la zarzaparrilla forman parte de las únicas 13 especies de origen silvestre que se procesan en más de una tonelada anual para la industria de plantas medicinales de Costa Rica (Ammour *et al.* 1994).

A pesar de su comercialización hacia Europa y otras zonas no tropicales -durante casi 500 años- y de su constante popularidad en los mercados de plantas medicinales, este recurso continúa siendo aprovechado de poblaciones naturales establecidas en el bosque tropical, y no a partir de plantaciones artificiales; un clásico producto no maderable del bosque.

Actualmente, el CATIE propone el manejo sostenible de los productos no maderables en lugar de su explotación desordenada (conocida como "extrativismo"), como una forma de darle mayor valor al recurso forestal, promoviendo así su conservación y aprovechamiento en beneficio de las comunidades locales (Marmillod *et al.* 1998).

El aprovechamiento de la zarzaparrilla y la cuculmea conlleva retos co-

munes a muchos productos forestales no maderables. Por ejemplo, suelen darse confusiones de variedades o de especies entre varios genotipos cosechados del bosque como fuente de la materia prima para el mercado. La confusión de la identidad de las plantas ha sido uno de los principales problemas asociados a la colecta de plantas silvestres con fines comerciales, a lo largo de la historia (Domínguez y Gómez 1990), pues no todo lo que se cosecha tiene la misma calidad o sirve para los fines deseados.

La confusión de materiales es particularmente grave en el contexto del mercado de plantas medicinales; una planta puede ser útil para el control de una enfermedad si se utiliza adecuadamente, pero si se confunde con otra podría no tener ningún efecto o, peor aún, ser tóxica e incluso poner en peligro la vida.

Aunque no se ha evaluado ni cuantificado el estado de las poblaciones naturales de *Smilax* spp., ni el efecto de la actividad de extrativismo es probable que la explotación comercial, aunada a la acelerada reducción del bosque húmedo tropical, provoque una pérdida de diversidad genética de dichas especies. Pese a la inexistencia de datos sobre el comercio de estos recursos, Girón (1998) advierte que desde Guatemala, país que pierde un promedio de 90 000 ha de bosque al año, se exportaron cerca de 15 toneladas de zarzaparrilla hacia España, entre 1996 y 1997.

### ¿Qué son la cuculmecca y la zarzaparrilla?

Sus características morfológicas: lianas o bejucos leñosos y trepadores, con raíces abundantes que pueden formar rizomas o tubérculos, con tallos verdes, angulares o redondos, cubiertos de espinas, hojas alternas palmatinervadas con 3 a 9 venas, de peciolo laminado en la base (Gentry 1993, Huft 1994). Se confunden ocasionalmente con la familia Dioscoreaceae, que también tiene gran relevancia histórica como grupo de plantas medicinales; algunas de éstas se les ha llamado también "zarzaparrilla" (Kreig 1970) e incluso, en el norte de América Central, existe una especie medicinal de Dioscorea conocida po-

pularmente como "cocolmecca" término similar al de "cuculmecca". Como los productos cosechados en ambos géneros son con frecuencia órganos subterráneos voluminosos (rizomas) es común que se haga referencia a ellos como "camotes" (Kreig 1970).

El cosechador tradicional experimentado probablemente no confunde estos dos géneros vegetales, e identificará rápidamente los materiales de *Smilax* con valor comercial en los mercados locales de su región. En muchas zonas de Costa Rica y Nicaragua se le denomina "cuculmecca" a plantas de *Smilax* con rizomas voluminosos que alcanzan hasta 50 kg de peso, de consistencia leñosa y color rojizo cuando son cortados y que se vuelven sumamente duros cuando se secan; sólo se usa el término "zarzaparrilla" para referirse al producto y a la identidad de plantas de *Smilax* que no producen tales rizomas, y de las que se cosechan raíces de color blancuzco o crema, con no más de 5 mm de grosor y hasta 2 m de largo. Sin embargo, hay zonas de Guatemala donde se denomina como zarzaparrilla a las plantas que producen los rizomas antes descritos.

Por lo tanto, en el istmo no es posible saber si las propiedades que se le atribuyen tradicionalmente a un material denominado "zarzaparrilla" en una región, son aplicables a otro material con el mismo nombre popular en otra zona. Mas grave todavía, es que incluso publicaciones científicas sobre investigaciones químicas o farmacológicas de algunos de estos productos pueden hacer referencia a una identificación botánica equivocada, pues aún no se cuenta en Mesoamérica con la información y las herramientas para hacer una identificación precisa de los materiales de *Smilax* spp. de uso medicinal.

El género *Smilax* incluye unas 350 especies distribuidas en todo el mundo, principalmente en los trópicos (Gentry 1993). En América Central existen unas 14 especies, cuya descripción más actualizada es la realizada por Huft (1994) como parte de la flora mesoamericana. Sin embargo, esta descripción se basa muchas veces en pequeñas diferencias a nivel de hojas, que en algunas de las especies tienen

gran variabilidad, o de flores, que no siempre están disponibles y que pueden ser de plantas macho o de hembras (pues son especies dioicas), y no hace ninguna referencia a los órganos subterráneos, que son los cosechados tradicionalmente y los utilizados en el campo para diferenciar el valor medicinal y comercial de estas plantas (Robles y Villalobos 1998). Estas complicaciones hacen que incluso muchas de las muestras botánicas existentes en los herbarios de la región sean de dudosa identidad.

Es probable que, mientras algunos de estos materiales sean una fuente fundamentalmente de principios activos denominados saponinas, otros sean ricos en antocianinas. Los dos tipos de sustancias tienen diferentes efectos sobre el organismo humano y distintas aplicaciones médicas e industriales (Mora 1998, Castro y Umaña 1990, Robles y Villalobos 1998).

### Hacia el aprovechamiento sostenible de la cuculmecca y la zarzaparrilla

Por su historia y por su potencial actual, en las industrias medicinal, alimentaria y de bebidas, el género *Smilax* es un importante recurso no maderable de nuestros bosques. El manejo sostenible de sus poblaciones naturales, tendiente a su conservación y la de su diversidad genética, al aporte de una alternativa productiva para las comunidades rurales y a promover la conservación del ecosistema forestal, constituye un área de trabajo de gran relevancia.

El CATIE estudia y promueve el desarrollo de sistemas de producción de *Smilax* spp. desde 1989. En setiembre de 1997, con el apoyo del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo (CYTED) y su Red Iberoamericana de productos Fitofarmacéuticos (RIPROFITO), el centro organizó un taller donde participaron investigadores e investigadoras de América Central y México, vinculados al estudio del género *Smilax* en campos tan diversos como química, farmacología, medicina, inmunología, forestería, agronomía, etnobotánica, biología y ciencias sociales. En las memorias de este taller (Robles y Villalobos 1998) se resume el estado de conocimiento.

Aunque se han dado los primeros pasos, en aspectos como propagación, biología, principios químicos, actividad farmacológica y comercialización (Castro y Umaña 1990, Mora 1998, Robles y Villalobos 1998) es evidente que clarificar la taxonomía de los materiales que hoy se comercializan es fundamental para su desarrollo. Sólo estableciendo claramente cuáles son las especies comerciales y las de mayor potencial industrial, se podrá orientar la investigación y validación de técnicas para un aprovechamiento sostenible, procesamiento y consumo.

Este año comenzó en el CATIE el proyecto "Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax* spp. en ecosistemas naturales y agroforestales en América Central", financiando por el fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), consorcio de países e instituciones de desarrollo que promueve la investigación agropecuaria estratégica en América Latina y El Caribe. Además, el proyecto *Smilax* spp. es apoyado por la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El proyecto incluye actividades para determinar la identidad taxonómica de los principales materiales que se comercializan en Guatemala, Nicaragua y Costa Rica; además, encamina acciones para saber si hay mezclas de

especies que se venden bajo un mismo nombre popular; también pretende esclarecer si existen especies definidas en los herbarios que son en realidad sinónimos y determinar si éstas se distribuyen en distintas zonas geográficas. Se quiere iniciar un proceso de comparación química de los materiales comercializados -presencia de principios activos-, acompañado de la caracterización sistemática del efecto de dichos principios sobre algunos procesos fisiológicos en organismos vivos.

Paralelamente, se están investigando alternativas para la reproducción de los materiales comercialmente más promisorios, tanto a través de semillas sexuales como de estacas, trozos de rizoma y técnicas de cultivo *in vitro*. Al final del proyecto, en junio del año 2002, se espera establecer plantaciones piloto de especies de interés comercial asociadas a plantaciones forestales.

El CATIE está promoviendo el concepto de productos no maderables del bosque aprovechados a partir de plantaciones forestales, que ocupan áreas cada vez mayores en la región y las plantas de *Smilax* spp. tienen características de crecimiento ideales para integrarse en este tipo de sistemas productivos. Es por esto que, el proyecto representa un aporte significativo en contar con técnicas de ma-

nejo para poblaciones naturales y sistemas productivos en plantaciones forestales y una definición de los materiales de mayor valor para el mercado fitofarmacéutico y alimentario. Lo ideal será llegar a caracterizar el contenido de principios activos de todos los materiales posibles en Mesoamérica y, eventualmente, compararlos con los que se aprovechan en Sudamérica. Por lo tanto, es indispensable el apoyo de nuevas instituciones e investigadores interesados en la valorización de los recursos forestales tropicales.

La investigación del CATIE en los productos no maderables del bosque se ha enfocado en algunas de las muchas especies valiosas de Mesoamérica, como es el caso de la zarzaparrilla y la cuculmeca, con el fin de que sirvan como modelo del trabajo interdisciplinario e interinstitucional para que la biodiversidad latinoamericana se traduzca en nuevas alternativas de desarrollo para las comunidades locales, para la conservación del bosque tropical y su biodiversidad.

Róger Villalobos  
Investigador

Cátedra Latinoamericana Manejo Diversificado de Bosques Tropicales  
113-7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica  
Tel. (506) 558 2320  
Fax. (506) 556-2430  
E-mail. rvillalo@catie.ac.cr

#### Literatura citada

- Ammour, T; Ocampo, R; Robles, G. 1994. Caracterización de los sectores asociados a la producción, comercialización y transformación de plantas medicinales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 36 p. (Documento de trabajo Proyecto OLAFO 3).
- Brown, D. 1995. Encyclopedia of herbs and their uses. London. Dorling Kindersley Limited.
- Castro, O; Umaña, RE. 1990. Análisis químico preliminar de dos especies de *Smilax*, conocidas como zarzaparrilla y cuculmeca. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), Mimeografiado.
- CEMAT-FARMAYA. 1990. Fichas populares sobre plantas medicinales. 1a. Serie (Nos. 1-40). 2 ed. Guatemala. Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología apropiada, Laboratorio y Droguería de Productos Fitofarmacéuticos FARMAYA S.A. 174 p.
- Domínguez, D; Gómez, A. 1990. La economía extractiva en la amazonía colombiana 1850-1930. Bobota, Colombia. TROPENBOS - Corporación Colombiana para la Amazonía Aracua. 279 p.
- Fouque, A. 1981. Les plantés medicinales presentes en foret guyanaise. Fruits 36(3): 157-170.
- Galvis, G. 1994. Economía extractiva y desarrollo sostenible. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 19(73):299-304.
- Gentry, AH. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwestern South America. Washington, DC. Conservation International. 895 p.
- Girón, LM. 1998. Aprovechamiento industrial de *Smilax*. Experiencia en Guatemala. In Robles, G; Villalobos, R. Eds. Plantas medicinales del género *Smilax* en Centroamérica. Actas de la reunión celebrada del 22 al 25 de setiembre de 1997. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. p. 157-160.
- House, PR; Lagos-Witte, S; Ochoa, L; Torres, C; Mejía, T; Rivas, M. 1995. Plantas medicinales comunes de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Litografía López, S. de R. L.
- Huft, MJ. 1994. Smilacaceae. In Davidse, G; Sousa, M.; Chater, A. Eds. "Flora Mesoamericana, Volumen 6: Alismataceae a Cyperaceae". México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. p. 20-26.
- Kreig, MB. 1970. Medicina verde. 2 ed. México, Compañía editorial continental. 453 p.
- Villalobos, R, Ocampo, R, Dalle, S, Robles, G. 1998. Historia y etnobotánica de *Smilax* sp. en Centroamérica. In Robles, G; Villalobos, R. eds. Plantas medicinales del género *Smilax* en Centroamérica. Actas de la reunión celebrada del 22 al 25 de setiembre de 1997. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. p. 61-80.
- Marmillod, D; Villalobos, R; Robles, G. 1998. Hacia el manejo sostenible de especies vegetales del bosque con productos no maderables: las experiencias de CATIE en esta década [disco compacto]. In Congreso Latinoamericano IUFRO (1., 1998, Valdivia, Chile). El manejo sustentable de los recursos forestales, desafío del siglo XXI. Valdivia, CONAF/IUFRO.
- Mora, G. 1998. Fitoquímica y actividad biológica del género *Smilax* en Mesoamérica. In Robles, G; Villalobos, R. eds. Plantas medicinales del género *Smilax* en Centroamérica. Actas de la reunión celebrada del 22 al 25 de setiembre de 1997. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. p. 135-144.
- Robles, G; Villalobos, R. eds. 1998. Plantas medicinales del género *Smilax* en Centroamérica. Actas de la reunión celebrada del 22 al 25 de setiembre de 1997. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 178 p.

# IV CONGRESO FORESTAL CENTROAMERICANO

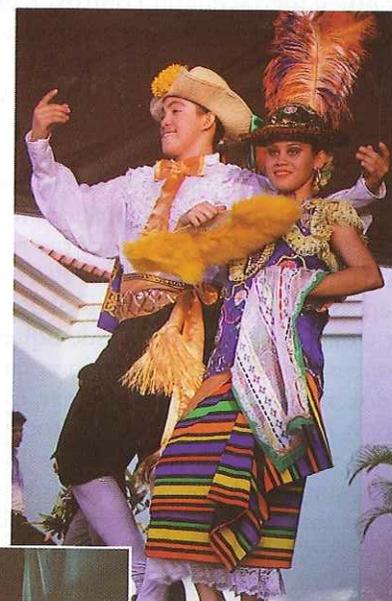
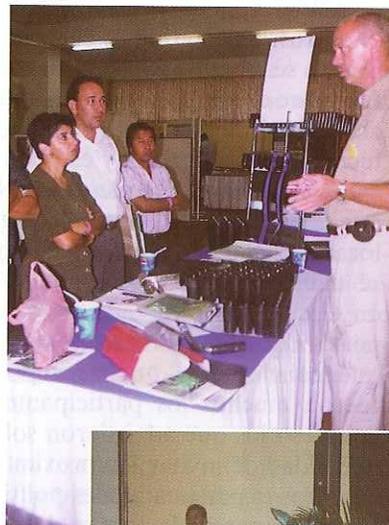
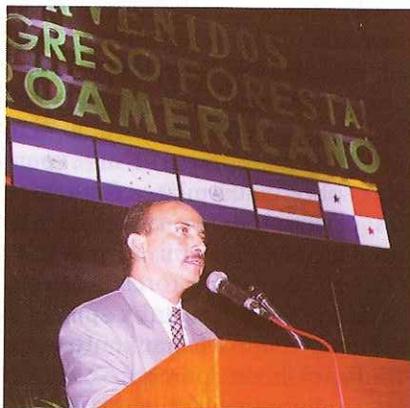
## "La vulnerabilidad ambiental y los retos para el desarrollo sostenible"

.....

*"... lo que le acaece a la tierra también les acaece a los hijos de la tierra. Tenéis que enseñar a vuestros hijos que el suelo que está bajo sus pies tiene las cenizas de nuestros antepasados..."*

*" Mensaje del Gran jefe Seattle, 1855.*

.....



"Deseo, en nombre del excelentísimo señor presidente de la república, doctor Arnoldo Alemán Lacayo, y del mío propio, darles a los amigos centroamericanos y a los nicaragüenses la más cordial bienvenida a este "IV Congreso Forestal".

Con estas palabras, el doctor Leopoldo Navarro, vicepresidente de la República de Nicaragua inauguró oficialmente este encuentro, reunión que agrupó a casi 400 personas del sector forestal.

La actividad se llevó a cabo en medio de un exquisito repertorio cultural, donde los participantes conocimos más sobre el folclor nicaragüense: sus marimba, sus bailes y los exponentes de su música popular, como la del cantautor Carlos Mejía Godoy y los Palacaguina.

En el acto de inauguración estuvieron varios representantes del gobierno, como Leopoldo Navarro, el ministro de Ambiente y Recursos Naturales, Roberto Stadthagen y Sandra Tijerino, directora del Instituto Nacional Forestal de Nicaragua, INAFOR.

La conferencia magistral de apertura estuvo a cargo de David Kaimowitz quien logró generar controversia entre los participantes con su ponencia sobre "Mitos y medio verdades sobre las relaciones entre el bosque y el agua".

En su discurso de apertura, René Benítez, director de la Asociación Centroamericana de Profesionales Forestales, ACAPROF-Honduras recordó que siete años atrás, en 1993, en Petén Guatemala, celebraron el Primer Congreso Forestal y desde aquel entonces los forestales se reúnen cada dos años con el fin de aunar esfuerzos de cooperación con la sociedad y con las autoridades de los países, con instituciones y organismos internacionales. También señaló que los tres congresos forestales anteriores —realizados en el Petén, San Pedro Sula y San José— mostraron como ejes problemáticos la falta de políticas forestales adecuadas para el desarrollo del sector, la falta de una efectiva legislación y enfoque del desarrollo sostenible, la ausencia de un ordenamiento territorial que garantice la conservación, valorización y equidad

en el manejo sostenible de los recursos y la poca participación de las poblaciones rurales en o alrededor de los bosques.

"Hoy volvemos a reunirnos con similares propósitos, pero con una realidad social y ambiental más deteriorada y vulnerable antes los fenómenos naturales, como lo ocurrido con el huracán Mitch", advirtió Benítez.

A la vez, René Benítez pidió solidaridad a todos los presentes por el embate que en ese momento sufría Belice, por el brote del descortezador de pino que de manera acelerada estaba afectando más de 30 000 hectáreas. "Esta es una de las tantas razones por las que hemos establecido como lema del Congreso el tema de la vulnerabilidad ambiental y los retos para el desarrollo sostenible".

Técnicos, investigadores, productores pequeños, medianos y grandes, representantes de organismos no gubernamentales e internacionales, estudiantes, profesores y comerciantes se volcaron a compartir sus experiencias sobre cinco pilares fundamentales: organización comunitaria y campesina; participación de la sociedad civil en el manejo forestal y agroforestal; manejo forestal y agroforestal sostenible; aprovechamiento e industrialización de los recursos forestales; e investigación y transferencia tecnológica.

Otros de los grandes rubros sobre el que se discutió en este encuentro fue sobre el campo social, un área muchas veces dejada atrás por el grupo técnico e investigador; y es que todos estos ámbitos se entrecruzan. No se puede hablar de lo económico sin valorar lo social y lo ambiental; también se debe sopesar el contexto político en el cual se ubica cada uno de los países del istmo. Precisamente, en lo que concierne al quehacer político, fueron muchos los participantes del congreso los que advirtieron sobre la necesidad de invitar —en próximos encuentros— a personalidades políticas, a líderes capaces de tomar decisiones de peso. Es claro para todos que las decisiones obedecen más a prioridades políticas que a indicaciones técnicas, por esto la urgencia de vincular y de hacer partícipe al político, para lograr que el tema forestal sea una de

las prioridades en la agenda de nuestros gobernantes.

### La vulnerabilidad de la región Centroamericana

"Más de 20 millones de centroamericanos viven en condiciones de pobreza y de estos 14 millones en extrema pobreza". Sandra Tijerino, del INAFOR, presentó —en datos generales— la realidad de una región donde la mitad de sus habitantes vive en las zonas rurales.

Tijerino señaló que a pesar del camino recorrido, aún falta mucho por hacer. Y es que, una guerra provoca fuertes desequilibrios económicos, sociales y por supuesto ambientales. "Las condiciones socioeconómicas de la región continúan, al igual que en el pasado, ejerciendo presión sobre los recursos naturales y generando serios procesos de degradación ambiental", agregó.

El istmo alberga una gran diversidad biológica, terrestre y acuática. Su territorio tiene gran potencial para la generación de la energía hidroeléctrica, pero no se ha utilizado a plenitud, se requiere fuerte apoyo técnico para trabajar alrededor de las cuencas, protegiendo su flora y fauna, y la calidad y cantidad de su agua; además, tampoco ha explotado el potencial forestal de la región: 19 millones de hectáreas de tierras y 13 millones de hectáreas de tierras de vocación forestal que actualmente no tienen bosque. El reto es volver a dotar a la región de bosques y frenar el avance de la frontera agrícola, la meta es lograr que las legislaciones sean instrumentos jurídicos de apoyo para que se lleven a cabo verdaderas políticas de desarrollo; la esperanza es aumentar la participación local en los procesos de planificación y que la capacidad de negociación política en las comunidades indígenas crezca. "Es necesario plantear respuesta a las necesidades de nuestros países, pero no sólo en el corto plazo, debemos ver los impactos en el mediano y largo plazo".

Sandra Tijerino manifestó que parte de la vulnerabilidad del sector también se encuentra en la poca inversión tecnológica, que se refleja en la falta de competitividad que tienen los productos del área en los mercados inter-

nacionales, y en la escasez de recursos para financiar las investigaciones.

### Áreas temáticas

Las siguientes son algunas de las consideraciones finales que se gestaron en cada una de las mesas de discusión:

#### *Organización comunitaria y campesina*

- Establecer un marco jurídico para hacer más viables económicamente la actividad forestal.
- Fortalecer la participación civil, como la principal protagonista.
- Evaluar las estrategias y metodologías seguidas hasta el momento.
- Integrar a los actores políticos en el manejo de los recursos naturales.

#### *Participación de la sociedad civil en el manejo forestal y agroforestal*

- Fortalecer las redes temáticas.
- Fortalecer la formación gerencial y promover más capacitación.
- Buscar estrategias para lograr la certificación, un proceso caro que necesita ser sostenible.
- Velar por la equidad de la mujer, que está más lejos dentro del sector forestal que en los otros sectores de la sociedad.

#### *Manejo forestal y agroforestal sostenible*

- Unificar criterios que contribuyan al cambio o fortalecimiento de las políticas forestales y permitan un marco legal para los convenios internacionales.
- Fortalecer técnica, humana y financieramente las organizaciones forestales.
- Crear una red de información regional que se convierta en un foro permanente.
- Demostrar -mediante ejemplos reales- los beneficios económicos, sociales y ambientales que tiene el manejo forestal y agroforestal para las comunidades.

#### *Aprovechamiento e industrialización de los recursos forestales*

- Mayor investigación que busque opciones económicas.
- Involucrar a más productores, industriales, comerciantes y decisores políticos en el sector forestal.
- Dar mayores incentivos a la industria forestal.

#### *Investigación y transferencia tecnológica*

- Falta presupuesto y mayor equipo humano que se dedique a incorporar las nuevas tecnologías en el trabajo forestal.
- Fortalecer el frágil presupuesto para investigación (uno de los primeros rubros que se sacrifican en las reducciones presupuestarias).
- Involucrar a la iniciativa privada.
- Crear un banco de capital intelectual y un programa de formación de investigadores.

#### **Declaración de Montelimar**

"No podemos estarnos reuniendo y no hacer nada por detener el avance de la frontera agrícola", apuntó Javier Escorcia.

Escorcia, presidente del comité organizador del IV Congreso Forestal, leyó en el acto de clausura los principales puntos tratados durante el encuentro. La Declaración de Montelimar (nombre del acta) es un llamado a los diferentes actores del sector para que sus acciones logren un impacto positivo en el área centroamericana.

El siguiente es un extracto del acta:

Hacemos un llamado:

- A la sociedad en general, lo gobiernos, las organizaciones civiles y organismos internacionales a planificar y manejar sosteniblemente nuestros bosques, a través de programas y acciones que fomenten la gestión local.
- A los gobiernos y legisladores a formular, aprobar y aplicar un marco legal y normativo del sector forestal, y a aportar las cuotas y partidas presupuestarias adecuadas que se requieran para el eficaz aprovechamiento sostenible de nuestros recursos.
- A las instituciones rectoras del sector, gobiernos locales y regionales, profesionales, productores y comunidades a utilizar en forma amplia y eficaz los Planes de Manejo Forestales como instrumento efectivo del fomento, planificación y control del manejo sostenible.

- A la sociedad en general para que tome acciones preventivas para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas ante el impacto de los desastres naturales.
- A los organismos internacionales y regionales, universidades y centros de investigación, para que orienten sus investigaciones hacia las necesidades de la sociedad, para que se enfatice en una investigación aplicada y difunda sus resultados en beneficio de los agentes económicos y sociales del sector forestal.
- A los gobiernos, legisladores y organizaciones de la sociedad civil a continuar acciones para fortalecer la integración centroamericana.
- A los profesionales forestales para que renueven su compromiso y atiendan las necesidades y los grandes desafíos del manejo forestal sostenible, para que creen una nueva visión, una cultura renovada y una conciencia activa a favor de la protección y el manejo sostenible de los bosques.

Dado en Montelimar, Nicaragua, a los 17 días del mes de noviembre del año 2000.

## **El Congreso Forestal Centroamericano en la Revista Forestal Centroamericana.**

Nuestro próximo número será un especial de este encuentro. Varias de las ponencias, discusiones y comentarios que generó la participación de 400 participantes estarán ahora al alcance de sus manos en nuestra revista.

## Honduras

# Aspectos ecológicos para la retención de árboles semilleros en un bosque comunal

Carlos Rivera Enamorado

*Las consideraciones alrededor de los semilleros es crítica en los bosques manejados y más aún cuando se trata de aprovechamiento selectivo y áreas pequeñas; por eso es preciso estar al tanto de todos los aspectos ecológicos y biológicos de la especie a seleccionar, sólo de esta forma se contribuirá a un adecuado manejo del bosque.*

En la zona norte de Honduras existen pocos lineamientos técnicos para la selección de árboles semilleros en bosques bajo manejo y esto cobra especial importancia en áreas poco extensas, como es el caso del bosque comunal Toncontín en La Ceiba.

En esta región, el paisaje muestra bosques fragmentados, provocando poca dispersión de semillas entre las diferentes áreas aledañas. En el presente artículo el autor señala la necesidad de un mayor control técnico y ecológico en la selección y distribución de árboles semilleros para contribuir a la regeneración natural en bosques bajo manejo.

El bosque Comunal del Grupo Agroforestal Toncontín está ubicado en la cordillera Nombre de Dios, del departamento de Atlántida, en la jurisdicción del municipio de La Ceiba. Comprende las comunidades de Toncontín, El Paraíso, La Ceibita y Japón. Con una superficie total de 2327 hectáreas, dedica 1061 (ha) a el bosque productivo, 516 (ha) a la agricultura y 749 (ha) de bosque protegido.

Con base en información suministrada por el Sistema de Información Geográfico (GIS), en el área comunal Toncontín se han identificado tres estratos diferentes: Bosque Latifoliado Joven (L1), Bosque Latifoliado Maduro (L2) y Cultivos de subsistencia y guamiles o tacotales (A2S).

Los resultados del inventario general muestran que existen 13 especies que se comercializan en menor grado y 12 que pueden considerarse como productos de venta potencial en el futuro (Cuadro 1).

Dichas especies cuentan con diámetros iguales o mayores de 10 cm dap (diámetro a la altura del pecho); de éstas la de mayor importancia en el ámbito comercial es la "Magnolia yoroconte", conocida popularmente como redondo o canelón.

El Grupo Agroforestal Toncontín ha realizado un aprovechamiento tradicional con pocas consideraciones técnicas para el manejo del bosque. No obstante, en los últimos años y con el apoyo de varios proyectos se han ido introduciendo nuevos conceptos sobre el manejo, el cambio de sierra manual a la utilización de motosierra con marco y aprovechamientos de bajo impacto. Sin embargo, en cuanto a la selección y número de árboles semilleros no se tienen suficientes elementos técnicos y científicos para su determinación, por esto se han estado aplicando recomendaciones sobre selección de árboles semilleros de bosques de pino, adaptadas sin bases científicas a los bosques latifoliados.



**Cuadro 1.** Especies comerciales presentes en el Bosque de Toncotín.

| Nombre común    | Nombre científico                   |
|-----------------|-------------------------------------|
| Redondo*        | <i>Magnolia yoroconte</i>           |
| Cedro           | <i>Cedrela odorata</i>              |
| Barba de jolote | <i>Cojoba arborea</i>               |
| Cedrillo        | <i>Mosquitoxylum jamaicense</i>     |
| Cumbillo        | <i>Terminalia amazonia</i>          |
| Huesito         | <i>Macrohasseltia macroterantha</i> |
| Jigua           | <i>Nectandra</i> sp.                |
| Marapolán       | <i>Guarea grandifolia</i>           |
| María           | <i>Calophyllum brasiliense</i>      |
| Pepeñance       | <i>Byrsonima spicata</i>            |
| Piojo           | <i>Tapirira guianensis</i>          |
| Rosita          | <i>Hyeronima alcheornoides</i>      |
| San Juan areno  | <i>Illex tectónica</i>              |
| Varillo         | <i>Symphonia globulifera</i>        |

\* Especie tradicional

### ¿Por qué dejar árboles semilleros?

En bosques pequeños de áreas fragmentadas, como es el caso del bosque de Toncotín, es necesario dejar árboles semilleros porque el flujo de semillas de áreas vecinas es muy bajo.

Debido a que en estas áreas se realiza un aprovechamiento selectivo, donde las especies aprovechadas son las de mayor valor, si no se toman las medidas del caso se podrá provocar la extinción de algunas especies, como ha sucedido en otros bosques.

La función que desempeñan los semilleros es fundamental para asegurar la conservación del bosque. Desde el punto de vista de producción de semillas y ubicación, es importante que al momento de la selección, los investigadores tengan suficientes criterios para dejar los árboles más adecuados.

### ¿Qué criterios aplicar?

En bosques lluviosos neotropicales bajo manejo la producción de semillas de especies arbóreas puede ser influenciado negativamente por varios factores, como la eliminación selectiva de árboles vecinos de la misma especie los atributos inherente al sistema de reproducción sexual de las especies. La eliminación selectiva de árboles produce una disminución en los niveles de transferencia de polen debido a la sincronía temporal de la población en los patrones de floración lo que genera una disminución en la producción y dispersión de semillas, es decir, su disponibilidad a la altura del rodal está limitada en el tiempo y en el espacio y varía según especie y tamaño del individuo.

Actualmente, existen pocos criterios prácticos para la selección de semilleros; sin embargo, los semilleros que permanezcan influirán de manera determinante en los bosques del futuro.

Entre las principales consideraciones para la selección de semilleros están:

- Diámetro de la especie en la primera producción. Según las normas legales en Honduras es permitido cortar árboles por arriba de 50 cm dap, aún sin conocer la madurez reproductiva de las especies. En algunos estudios se ha observado una buena correlación entre el diámetro y la producción de semillas.

- Dispersión de semillas. La forma en que las especies del bosque dispersan sus semillas es crítica, así como los agentes que intervienen en este proceso como viento, animales, agua, etc. De la influencia y fuerza de estos factores dependerá la cantidad de árboles –según la especie- que pueden dejarse en una determinada área.
- Es vital indicar e identificar cuáles árboles deben quedar, pero también es necesario señalar dónde dejarlos; por ejemplo, dejar un árbol para semillero cerca de una quebrada puede no ser lo mejor. Es indispensable tener presente con cuál especie se está trabajando y cuáles son sus agentes de dispersión, porque hay algunas que no sobreviven en ciertos lugares como claros, o bien, su funcionamiento es limitado bajo ciertas condiciones.
- La selección de árboles semilleros debe considerar el tipo de reproducción, ya sea dióica, monóica o hermafrodita; de estas características depende cuántos árboles se debe dejar por hectárea y a qué distancia colocarlos para que cumplan su función de la mejor manera.



Carlos Rivera  
Estudiante Maestría  
Manejo de Conservación de Bosques y de Biodiversidad  
CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.  
E-mail: crivera@catie.ac.cr

# ESNACIFOR

## 30 años formando forestales

¡APRENDER HACIENDO! Este es el sello educativo que la Escuela Nacional de Ciencias Forestales, ESNACIFOR, ha impulsado en Honduras y en toda América Latina, en los últimos 30 años.

De acuerdo con Manuel Hernández, director de este Centro, ESNACIFOR ha roto muchas barreras, inclusive las del género. Un 26% de sus alumnos son mujeres y esta cifra es la más alta que se registra en cualquier otra escuela forestal del mundo.

Gracias al aporte de diferentes organismos y agencias de cooperación internacional, la Escuela ha graduado a más de 800 dasónomos -especialistas en conservación y aprovechamiento del bosque- de 12 países de América Latina. Además, el año pasado inauguró un plan para conceder el título de Ingeniería Forestal a aquellos ex alumnos que cumplieran con ciertos requisitos y este año serán 26 los nuevos profesionales.

Para Hernández la capacidad de adaptarse a las demandas del mercado -formando profesionales y técnicos (as) medios- es una de las grandes características que distinguen a ESNACIFOR. "Hemos evolucionado en la formación de técnicos a diferentes niveles, desde guardaparques, bachilleres, peritos y dasónomos. Esto muestra que nos adaptamos a la pirámide ocupacional, porque no queremos una escasez de soldados o una sobreoferta de técnicos medios", asegura.

### Disciplina y práctica

La disciplina y la estructura práctica del sistema educativo son los dos valuartes de esta institución.

El uniforme celeste y azul o verde que distingue a los estudiantes es parte de la disciplina estricta que se han preocupado por mantener las autoridades de esta escuela. "La formación del carácter es tan importante como la técnica, es un esfuerzo integral", afirma Hernández.

Pero junto a la disciplina ESNACIFOR se preocupa para que los y las jóvenes aprendan su oficio en el campo, ahí donde será su trabajo en el futuro. Por eso, la escuela cuenta con un bosque de pino de 4500 hectáreas en la ciudad de Siguatepeque, donde está la sede de la institución. También tiene otra área de práctica e investigación en la zona norte del país, en la Estación Experimental de Lancetilla. En este caso, es un bosque latifoliado, lo cual le da la posibilidad al alumnado de ampliar sus conocimientos prácticos en diferentes ecosistemas.

Tanto en la Estación Experimental como en Siguatepeque, los muchachos y las muchachas deben pasar largas horas entre estos parajes. Es de rigor que inviertan una buena parte de su tiempo en estas zonas; así lo marca el calendario escolar que se basa en el principio de que por cada día de aula, son necesarios al menos tres de práctica modular.

### Para mayor información:

<http://www.sdnhon.org.hn/~esnauayr/>

## SIDALC <http://www.sidalc.net>

El Sistema de Información y Documentación Agropecuaria de las Américas (SIDALC) está integrado por bibliotecas y unidades de información del sector agrícola y áreas afines, principalmente de América Latina y el Caribe.

Esta red hemisférica está coordinada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través de la Biblioteca Conmemorativa Orton (Costa Rica) y financiada por la Fundación Kellogg.

### Productos

En forma cooperativa, el SIDALC desarrolla diversos productos que están disponibles en Internet y en disco compacto.

Entre estos productos podemos destacar:

- AGRÍ2000: metabase de datos
- Directorio de Bibliotecas.

### AGRI2000: metabase

Metabase de datos agropecuarios de América Latina y el Caribe; reúne en una misma dirección electrónica más de 70 bases de datos bibliográficas, producidas por instituciones nacionales, regionales o internacionales dedicadas a la investigación y enseñanza.

### Búsquedas

AGRI2000 permite realizar búsquedas bibliográficas en todas las bases de datos participantes. La identificación de los documentos puede hacerse por diferentes medios: autores personales y/o corporativos, títulos, palabras clave, país y fecha de la publicación. También permite acceder a colecciones periódicas a través del título, temática o país de publicación de la revista.

### Directorio de bibliotecas

El directorio permite encontrar bibliotecas o unidades de información agropecuarias y afines, especialmente de Améri-

ca Latina y el Caribe. Es posible realizar contactos con cada una de ellas, conocer sus servicios y formas de pago.

### Búsquedas

Las búsquedas en el directorio pueden hacerse a través del nombre o sigla de la institución, nombre o sigla de la biblioteca o unidad de información, por especialidad y país.

### Solicitud de documentos

Para obtener copia de los documentos registrados en las distintas bases de datos, el usuario debe dirigir su solicitud a la biblioteca poseedora del documento o, si lo prefiere, enviar su pedido a:

**Biblioteca Conmemorativa Orton**  
**Coordinación Técnica SIDALC**  
 CATIE 7170

Turrialba, Costa Rica

Tel. (506) 556 0501

Fax (506) 556 0858

<http://www.catie.ac.cr>

E-mail: [bibliot@catie.ac.cr](mailto:bibliot@catie.ac.cr)

## Una mujer domina el sector forestal en Nicaragua

Sandra Ramírez

Es la primera mujer en Centroamérica en alcanzar el puesto de Directora Forestal, pero eso no la sorprende. Ser mujer implica retos fuertes y Sandra Tijerino lo comprende muy bien. En julio pasado asumió la jefatura del Instituto Nacional Forestal (INAFOR) en Nicaragua y apenas unos meses después ya se desempeñaba con soltura y firmeza en su cargo.

“Yo creo que para las mujeres todo es difícil, pero no imposible. Los retos son parte de las opciones y de las metas que una se propone, especialmente las mujeres profesionales en Centroamérica”, afirma con aplomo.

Pese a la problemática del sector forestal en su país y el hecho de estar al mando de una institución relativamente nueva, todo parece indicar que la bienvenida ha sido positiva.

“Se está acercando mucho a los Proyectos y eso nos gusta. Sentimos que habrá respaldo de su parte”, asegura Reynaldo Cruz, coordinador nacional del Proyecto PROCAFOR en Nicaragua.

Sandra Tijerino considera que la nueva política del INAFOR está orientada a fortalecer la presencia de proyectos en el país, ya que son parte de la estrategia para consolidar un manejo forestal sostenible y una distribución más equitativa de los beneficios del bosque. Además, la directora asegura que el sector forestal atraviesa ahora por una difícil situación, apenas está en proceso de recuperarse después de una serie de leyes y normativas que restringieron la actividad e incluso llegaron a declarar una moratoria forestal.

“Ahora el sector forestal se perfila como un sector más productivo, que pueda hacer más competitivas las actividades forestales. Esto es un reto doble, especialmente porque cuando hay muchos problemas la gente espera más” enfatiza la directora. “Yo creo que sí podré lograrlo, especialmente en lo referente a fortalecer la institucionalidad, porque esta es la forma de lograr que todos los actores forestales puedan sentir seguridad sobre su actividad”.

A su juicio, todas las iniciativas restrictivas para el uso del bosque se convirtieron en una bomba de tiempo al incrementar los volúmenes de extracción ilegal de madera. Ahora están analizando muchos casos de madera cortada ilegalmente, especialmente en la Región Autónoma del Atlántico Norte.

Al igual que en otros países centroamericanos, Nicaragua está discutiendo su nueva ley forestal ante la Asamblea Nacional y en esta línea, una de las metas de la nueva directora es dejar las reglas claras al sector.

Sin embargo, no es tarea fácil. Tijerino encontró a su llegada un INAFOR desprestigiado ante la opinión pública, especialmente porque no hay una firme definición en el sector, además existe una fuerte percepción de que los vacíos legales generan corrupción.

Para la directora Sandra Tijerino, el primer paso para frenar este tipo de corrupción se está dando ya.

“Queremos propiciar y fortalecer los procesos de desconcentración” puntualiza, “tenemos un gran problema de concentración de las decisiones y por lo tanto, los departamentos y municipios deben ser fortalecidos paulatinamente en su capacidad de gestión, a la vez que se fortalece también la capacidad de gestión local”.

**Para mayor información:** Lic. Sandra Tijerino, Dirección Ejecutiva.  
Managua, Nicaragua. Tel: (505) 263-1959 Fax: (505) 233-0014  
E-mail [direjecutiva@alfanumeric.com.ni](mailto:direjecutiva@alfanumeric.com.ni) <http://www.inafor.gob.ni/>



## Publicaciones Unidad de Manejo de Bosque Naturales



Con el fin de intercambiar experiencias y presentar los avances de investigación la Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE pone a disposición los últimos números de su boletín.

Manejo Forestal Tropical es una publicación gratuita, cuyo objetivo es informar a un amplio sector de la comunidad científica, empresarios forestales, técnicos, estudiantes y dueños de bosques sobre aspectos relevantes en el manejo de estos ecosistemas en el trópico americano.

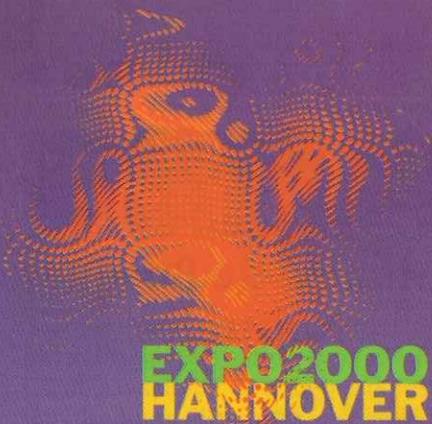
A través de este medio, el CATIE brinda la oportunidad a sus lectores y lectoras de divulgar sus experiencias en los campos técnicos, social y económico del manejo forestal.

Algunos de los últimos temas son:

- Uso de herramientas electrónicas para la planificación del manejo y aprovechamiento: caso de FUNDECOR, Costa Rica.
- Especies vegetales de un bosque tropical húmedo bajo manejo en La Mosquitia, Honduras.
- Dinámica de población en el bosque húmedo tropical, en el río San Juan, Nicaragua.

**Para mayor información:**

Lorena Orozco Vilchez  
Encargada de Divulgación  
Proyecto TRANSFORMA  
Unidad de Manejo de Bosque Naturales  
Tel: (506) 556-2703  
Fax: (506) 556-7730  
Correo electrónico: [lorozco@catie.ac.cr](mailto:lorozco@catie.ac.cr)



# Expo Hannover 2000

Más de 40 millones de visitantes fue el saldo que dejó la Feria Mundial Expo 2000, que este año reunió a más de 180 países y organizaciones alrededor de todo el mundo.

Bajo el lema Humanidad-Naturaleza-Tecnología, la EXPO 2000 pretendió revisar cómo las naciones están abordando el problema del equilibrio entre el desarrollo tecnológico, el desarrollo humano y un manejo sustentable del medio ambiente; para evaluar de qué forma contribuir con un progreso que respete a la naturaleza y que satisfaga a los miles de millones de habitantes del planeta tierra.

La feria mundial tuvo como sede la ciudad de Hannover, Alemania, un poblado reconocido como anfitrión de ferias y congresos. Este encuentro internacional abrió sus puertas desde el primero de junio de este año y concluyó -con gran éxito- el pasado 31 de octubre.

Expo 2000, la última feria del milenio, cuenta con 150 años de experiencia en realizar este tipo de encuentros. La primera feria mundial se realizó a principios del siglo XIX, cuando el desarrollo industrial y la necesidad de abrir los mercados hacia el exterior, dio lugar a la organización de exposiciones internacionales en torno al tema de la industria. En el pasado las exposiciones universales presentaban los últimos avances técnicos; sus monumentos eran emblemas del progreso industrial. La primera gran exposición internacional tuvo lugar en el Palacio de Cristal, en la ciudad de Londres, Inglaterra. Fue en ese año, 1851, cuando el mundo vio gestarse esta tradición. En aquella oportunidad la feria acogió 6 millones de visitantes y quedó claro que una actividad de esa naturaleza atraía a un público muy diverso, que va desde inventores, investigadores, fabricantes, comerciantes hasta educadores, universitarios, colegiales y demás público relacionado de una u otra forma con el desarrollo humano y natural.

A partir de este primer encuentro se han realizado 25 ferias en diferentes ciudades del mundo, entre ellas están: París, Vienna, Bruselas, Milán, Sevilla, Philadelphia, Melbourne, Chicago, St. Louis, San Francisco, Nueva York, Montreal y Osaka. En cada una de ellas, las generaciones han podido ser testigos de las mejores ideas e inventos de su tiempo. Y este año Expo Hannover 2000 pretendió mostrar una mezcla entre la creatividad, la fantasía y el espíritu inventivo del ser humano.

La multiplicidad de la presentación de temas se basó sobre cuatro pilares: los pabellones internacionales y las organizaciones participantes, el programa de cultura y espectáculos -temas conocidos de exposiciones universales anteriores-



**PABELLÓN DE LA ESPERANZA**  
Foto: M. Alfaro



**EXPOSICIÓN DE HOLANDA**  
Foto: Stand Holanda



**PARQUE TEMÁTICO: PLANETA TIERRA**  
Foto: M. Alfaro

# Humanidad Naturaleza Tecnología



**EXPOSICIÓN DE ARMENIA** Foto: M. Alfaro



**PABELLÓN DE LOS EMIRATOS ARABES UNIDOS**  
Foto: Stand EAU



**PABELLÓN DE TURQUÍA** Foto: Stand Turquía

el parque temático y los proyectos alrededor del mundo, los que se añadieron este año como dos nuevos elementos.

Quienes visitamos esta feria mundial logramos apreciar no sólo las exposiciones de los 180 participantes, que formularon sus propuestas en pabellones muy bien logrados, sino que también pudimos recorrer los 12 parques temáticos de la feria: la vida diaria como aventura y el futuro como acontecimiento, planeta de visiones, el siglo XXI, humanidad, medio ambiente, necesidades básicas, alimentación, perspectivas para la salud, energía, conocimientos, futuro del trabajo y movilidad.

Expo Hannover 2000 presentó además una muestra de los proyectos en todo el mundo bajo el lema "Encontrando gente: compartiendo soluciones". Algunos de los proyectos estaban relacionados con la protección de la naturaleza, la reforestación, la protección contra la no certificación, el buen uso de la tierra, la protección y mejor utilización del agua, el uso de tecnología apropiada para mejorar los sistemas de producción en el campo y la ciudad, la producción y utilización de energías limpias, el impulso a la participación de las mujeres en los proyectos productivos de las comunidades, la protección a la niñez desamparada, la negativa rotunda al trabajo infantil, la salud comunitaria y la producción orgánica de alimentos, entre otros.

La feria estuvo llena de simbolismo; por ejemplo, caminar por la Avenida de los árboles unidos", observando el techo del lago de la Expo construido con la materia prima más antigua del mundo: la madera. Entrar al pabellón de la Esperanza simbolizado por una gran ballena y apreciar la obra del artista belga Francois Schuiten en la exposición "Planeta de Visiones". Una pequeña muestra de lo que ofreció la Expo 2000 a sus visitantes.

Durante esta muestra internacional, cada país expuso su manera de afrontar el desafío de un futuro mundial común, sin renunciar, por ello, a sus propias culturas y costumbres. Un futuro compartido donde el criterio de aprovechamiento se imponga ante el derroche de recursos escasos: recuperación, reciclaje, creatividad, innovación y promoción de un desarrollo sostenible en beneficio de todos. Un esfuerzo global que nos permita alcanzar el objetivo de disfrutar de un mundo mejor que el que conocemos.

Por ejemplo, Japón presentó un pabellón construido con tubos de cartón y madera, mostrando los nuevos sistemas para la utilización de energía solar y un modelo de planificación del transporte urbano, como medidas para minimizar la contaminación ambiental. El logotipo del Pabellón de España representó un lema que une dos mundos: el Conocimiento y la Solidaridad, que además, quiso

comunicar lo global y lo local, la ciudad y el campo, la plaza y la red, Europa y América Latina. Presentó un hermoso espectáculo basado en la necesidad de mejorar la comunicación entre los seres humanos para alcanzar las metas comunes.

En el pabellón de Armenia se pudo observar el Arca de Noé, trayendo a la memoria el mito del diluvio y el nuevo inicio de la humanidad. El planteamiento Armenio es que la tierra es nuestra arca y que somos responsables del futuro. América Latina fue una muestra vibrante de contrastes culturales: Brasil con su proyección de un amplio cielo azul, que de cerca resultó ser una enorme placa formada de metal reciclado; Cuba con su música y penetrante ritmo; Argentina llena de tangos; Centroamérica presentó rasgos de su enorme biodiversidad y riqueza cultural; Colombia con su arte en oro y la música ballenata.

Africa, por su parte, mostró todos sus esfuerzos como continente por lograr el desarrollo. Sudáfrica "la nación que trabaja por una vida mejor" hizo un llamado a los visitantes para que sintieran la señal de esperanza y para que se la llevaran de vuelta a sus casas.

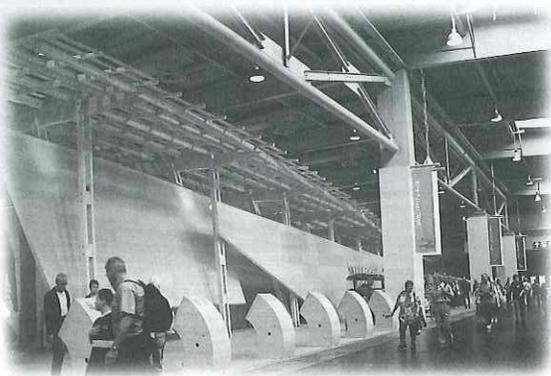
También fue entregado el símbolo del lazo rojo por los enfermos de SIDA a cambio de una contribución para quienes están siendo azotados por esta enfermedad.

Los países asiáticos no se quedaron atrás y los Emiratos Arabes Unidos presentaron la mezcla entre agua y arena, y el contraste con una infraestructura ultra-moderna que no ha impedido la conservación de los viejos valores y costumbres.

En definitiva, visitar la feria fue como darle vuelta al mundo, caminando entre miles de personas que teníamos una meta común: percibir lo que 180 naciones ofrecen como alternativa para lograr un desarrollo en armonía con la naturaleza, utilizando la tecnología para la reducción de impactos negativos sobre el planeta. Esta caminata se convirtió en la búsqueda de respuestas para identificar cómo lograr que este planeta verde continúe siendo verde por siempre. Fue el contraste entre la realidad del hoy y la gran utopía del desarrollo, de la equidad y la justicia.

A todo esto debemos sumarle un programa cultural exquisito que estuvo formado por más de 10 000 espectáculos individuales. Diariamente tuvimos la oportunidad de observar hasta 80 conciertos, piezas teatrales, espectáculos y actividades deportivas. Una de las obras más espectaculares fue la de Goethe "Fausto I y II". De ella recuerdo el escrito de la segunda parte: ¡Del agua proviene todo! ¡El agua mantiene la vida!

Todo lo anterior, en una mezcla de ideas sobre el presente y el futuro, me llevó como espectadora a una fuerte confrontación de mis propias ideas y creencias sobre el futuro de la humanidad, sobre mi aporte en el ámbito local, en mi país, en mi ciudad, en mi trabajo, con mi familia y amistades. Esto ocurrió porque cuando cada uno de nosotros accede a nueva información y puede compartir apreciaciones del futuro con otros y de inmediato acrecienta su responsabilidad, en sus acciones de corto, mediano y largo plazo. No se puede participar pasivamente en el logro de los objetivos comunes de la humanidad. Debemos ser participantes activos y dinámicos, pero sobre todo, responsables de lo que nos toca a nosotros mismos.



EXPOSICIÓN DE FILIPINAS Foto: M. Alfaro



PABELLÓN DE LOS EMIRATOS ARABES UNIDOS

Foto: Stand EAU



PABELLÓN DE TURQUÍA Foto: Stand Turquía

M.SC Marielos Alfaro  
Profesora, Universidad Nacional, Costa Rica  
Presidenta de la Cámara Costarricense Forestal  
E-mail: malfarom@sol.racsa.co.cr

# ¿Qué informa la prensa?

## Sólidos indicios de reducción del ritmo de deforestación

**ROMA.** La destrucción de los bosques del mundo continúa, pero hay sólidos indicios de que el ritmo de deforestación está disminuyendo, se aseguró en un comunicado de prensa de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

El análisis preliminar de más de 300 imágenes de satélite muestra que el ritmo de deforestación en los países tropicales ha disminuido, por lo menos un 10% en los últimos diez años, en comparación con los años ochenta. En la mitad de las imágenes se observa una reducción de la tasa de deforestación y en el 20% un incremento. Este resultado forma parte de una encuesta sobre los Recursos Forestales Mundiales 2000, que se publicará pronto.

"Estos resultados preliminares no quieren decir que se haya concluido la batalla contra la deforestación, ni que la reducción de la deforestación deba utilizarse como una excusa para seguir manteniendo prácticas forestales no sostenibles", manifestó Hosny El-Lakany, Subdirector General del Departamento de Montes de la FAO, en el XXI Congreso Mundial de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) en Kuala Lumpur, Malasia.

Las últimas cifras mundiales de la FAO relativas a la cubierta forestal indicaban que en 1995 alcanzaba una extensión de 3,45 mil millones de hectáreas de bosques, incluidos bosques naturales y plantaciones forestales. Alrededor del 55% de los bosques se encontraba en países en desarrollo y sólo un tres por ciento aproximadamente de los bosques eran plantaciones forestales.

Entre 1980 y 1990 se estimó que la variación de la cubierta forestal de bosques naturales de países en desarrollo, donde se registra la mayor parte de la deforestación, era de una pérdida de 15,5 millones de hectáreas por año.

(Fuente: [http://www.fao.org/forestry/fo/country/nav\\_world.jsp](http://www.fao.org/forestry/fo/country/nav_world.jsp))

## Financiamiento para conservación en América Latina

**COSTA RICA.** La Conservación Internacional (CI), el Banco Mundial y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) crearon recientemente un fondo especial para la protección de las regiones de mayor diversidad biológica. Este fondo de \$150 millones será invertido en las áreas prioritarias de alta biodiversidad en África y América Latina. Se espera realizar un desembolso de \$25 millones en el transcurso de los próximos 5 años.

Las áreas prioritarias de inversión del fondo incluyen la Región del Cerrado en Brasil, el Darién en Panamá, el ecosistema del Choco en Colombia y Ecuador y los bosques Mesoamericanos de Centroamérica. El fondo se encuentra diseñado exclusivamente para proveer de recursos financieros a organizaciones locales.

El fondo está destinado a favorecer proyectos que cubran capacitación, planificación internacional, resolución de conflictos, establecimiento de prioridades, fortalecimiento de organizaciones locales y acercamiento entre el sector privado y áreas protegidas.

(Fuente: <http://www.poam.org>)

## Árboles transgénicos

La WWF ha hecho un informe que demuestra que los árboles transgénicos constituyen una amenaza a la conservación de la diversidad biológica. La ingeniería genética está creciendo mucho en otros campos que necesariamente no están relacionados con la agricultura o los alimentos, como es la forestería. Empresas que trabajan en este sector, ven en la ingeniería genética una oportunidad de "mejoramiento genético" por lo que se espera un "boom" en este campo. La ingeniería genética aplicada a la forestería es un campo muy pobremente regulado, aunque posee riesgos similares a los riesgos de la agro-biotecnología. Dado que las plantaciones forestales se desarrollan en lugares remotos, será mucho más difícil identificar el uso de árboles genéticamente modificados. Algunos problemas que pueden generarse del uso de estos árboles GM son:

- Contaminación genética por ser variedades más resistentes a una serie de características, pueden ser muy invasoras.
- Intensificación del uso de la tierra, las nuevas especies de rápido crecimiento y con cortos periodos de rotación, tendrán mayores demandas de nutrientes del suelo y agua, lo que puede producir una pérdida en la productividad del sitio. Desde 1988 se han dado 116 pruebas de campo confirmadas de árboles genéticamente modificados alrededor del mundo.

(Fuente: <http://www.panda.org/resources/publications/forest/gm-overview.htm>)

## Banco de Desarrollo apoya buen manejo forestal en Brasil

**BRASIL.** El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social de Brasil (BNDES) ha hecho de la certificación del FSC un requisito para otorgar préstamos a través de un paquete crediticio recientemente aprobado para financiar la producción de madera y otros productos forestales provenientes de bosques naturales. El paquete crediticio es un paso importante hacia la promoción del buen manejo forestal de acuerdo a los estándares del Consejo de Manejo Forestal (FSC, por sus siglas en inglés) y hacia la protección de los bosques naturales que aún existen en Brasil.

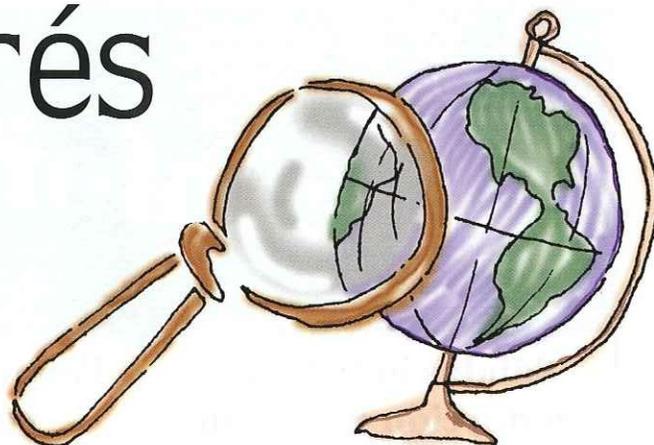
La primera compañía en beneficiarse de este acuerdo es la Guavirá Industrial e Agroforestal Ltd, propietaria de 60.000 hectáreas de bosque húmedo tropical natural en el estado de Mato Grosso, Brasil.

(Fuente: Lynne Hall, Communications, Latin American Certification Initiative, World Wildlife Fund  
[lynn.hall@wwfus.org](mailto:lynn.hall@wwfus.org))

# Sitios de interés

en el

# WEB



Agence canadienne de  
développement international

Canadian International  
Development Agency

## Red de Asesores Forestales de la ACDI

<http://www.rcfa-cfan.org/index.html>

Esta es la presentación del Internet de la Red de Asesores Forestales de la ACDI (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional). La RAFA es una red informal de profesionales preocupados por el futuro de los bosques y la gente que depende de ellos. Su propósito es el de estimular el pensamiento acerca de los asuntos forestales en el ámbito internacional y proporcionar a los usuarios la oportunidad de descubrir las iniciativas de cooperación ejecutadas por la ACDI para responder a los retos que enfrentan los bosques del mundo.



## Organización Internacional de las Maderas Tropicales

<http://www.inbio.ac.cr/>

El Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) es una asociación científica con orientación social, de interés público y sin fines de lucro. Su misión es promover una mayor conciencia sobre el valor de la biodiversidad, para lograr su conservación y mejorar la calidad de vida del ser humano. Se encuentra en este sitio información sobre biodiversidad, ecosistemas, sistemas de información geográfica, bases de datos y otros sitios de interés en Costa Rica.



**One World  
REFORESTORS**  
OF CANADA

<http://www.mayanworks.com/owr/>

Organización canadiense que tiene el propósito de contribuir al mejoramiento global del ambiente mediante proyectos de reforestación alrededor del mundo. Actualmente está trabajando en la reforestación de varias zonas de Guatemala.



<http://www.agrozona.com/>

Agrozona.com es una de las plataformas más completas de América Latina; tiene a su disposición valiosas herramientas que le permiten efectuar de manera ágil, económica y segura, transacciones comerciales (compra y venta) de una amplia gama de productos y servicios para el sector agropecuario.

Va desde la oferta de productos así como los avisos clasificados, hasta las subastas, cotizaciones dinámicas con un amplio soporte técnico y de información agropecuaria a través de noticias de actualidad y notas de campo de las principales agencias de noticias internacionales, así como las publicaciones especializadas del sector y una completa red de asesores.

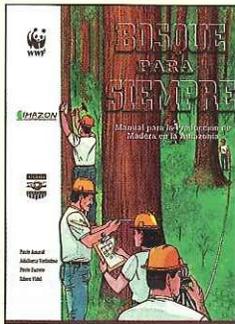
## Árboles en España

<http://www.guiaverde.com/arboles>

La ficha de cada una de las especies de nuestra base de datos, seleccionadas por su nombre común, su nombre latino o su clasificación taxonómica. También disponible un album de fotos de todos los árboles cultivados en España en sus jardines, calles, parques, plazas y colecciones. Actualización constante con nuevas fichas. Aprenda más sobre sus hojas, flores, frutos, cortezas y semillas.



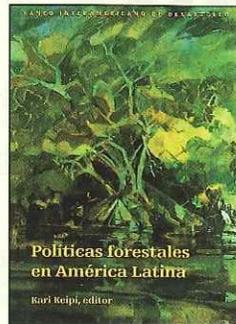
# Publicaciones



**Amaral, P; Veríssimo, A; Berreto, P; Vidal, E. 1998. Bosque para siempre: un manual para la producción de madera en la Amazonía. Belén, IMAZON. 162p.**

El libro presenta la experiencia de IMAZON, un Instituto que ha liderado las investigaciones en los bosques amazónicos del Pará, Brasil, con un extraordinario equipo técnico. Es una herramienta fundamental para quienes están involucrados en la producción maderera. Este manual contribuirá a que la explotación de los bosques se lleve a cabo de manera responsable ambientalmente.

Dirección: IMAZON  
Caixa Postal 5101. Belem, Para.  
CEP 66.613-970 Brasil  
E-mail: imazon.bel@zaz.com  
http://www.imazon.org.br



**Keipi, K. Ed. 2000. Políticas forestales en América Latina. Washington, DC, BID. 304p.**

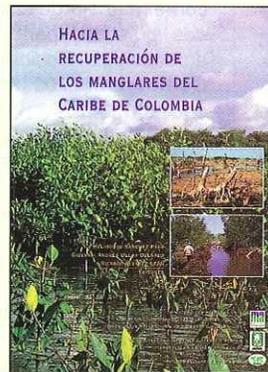
El libro reúne las ideas de un grupo de expertos sobre el aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques, entre las que figuran los incentivos para la inversión. Los autores abordan asuntos espinosos como los derechos de propiedad, la deforestación y el papel de los grupos indígenas como propietarios y administradores de bosques. También analizan políticas alternativas para las concesiones forestales y examinan cuestiones ambientales y de comercio.

Dirección: CATIE. Biblioteca Conmemorativa Orton.  
Apartado 7170-1002.  
Tel: (506) 556-0501  
E-mail: bibliot@catie.ac.cr

**Instituto Nacional de Bosques, Guat. 2000. Clasificación de tierras por capacidad de uso: aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala. Guatemala. 96p.**

En este libro surge como una necesidad de orientar y uniformizar el procedimiento de certificación de la vocación forestal de las tierras. El documento se ha preparado de tal forma que pueda ser consultado y utilizado por personal técnico, profesional, estudiantes y un núcleo social que tenga conocimientos en ciencias de la tierra en general.

Dirección: CATIE. Biblioteca Conmemorativa Orton.  
Apartado 7170-1002. Tel. (506) 556-0501  
E-mail: bibliot@catie.ac.cr ó informacion@inab.gob.gt

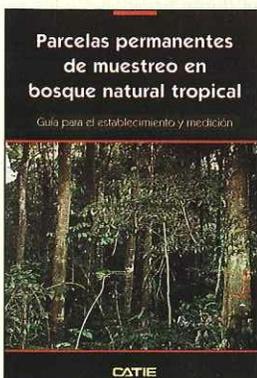


**Sánchez, Páez, H; Ulloa Delgado, GA; Alvarez León, R. Eds. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Santa Fé de Bobotá, Colombia, Minitserio de Ambiente/ACOFOR/OIMT. 294p. ISBN 958-33-1684-9**

En los diferentes capítulos se registra la información obtenida en el campo, procesada y analizada, sobre aspectos físicos, bióticos, ecológicos, estado actual, impactos y aspectos socioeconómicos de los manglares. Con relación a los viveros comunitarios y al inicio

de actividades de vegetalización, reforestación y restauración de manglares deteriorados y alterados se presentan los principales resultados de acciones en ocho de los nueve Departamentos del litoral continental e insular del Caribe.

Dirección: CATIE. Biblioteca Conmemorativa Orton.  
Apartado 7170-1002. Tel: (506) 556-0501  
E-mail: bibliot@catie.ac.cr



**Camacho, Marlen. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: Guía para el establecimiento y medición. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UMBN. 52p. ISBN 9977-57-350-62**

Incluye metodología estándar para el establecimiento y medición de parcelas permanentes de muestreo en bosques primarios y secundarios latifoliados del neotrópico. Tal metodología se sustenta en literatura actual y en la experiencia forjada en los sitios de investigación de la Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE. El

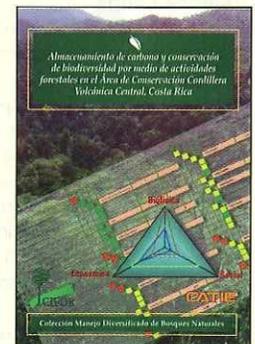
objetivo del documento es brindar información que guíe al lector en las diferentes decisiones que debe tomar, desde la planificación del conjunto de parcelas permanentes hasta el momento en que las bases de datos permiten la generación del conocimiento.

Dirección: CATIE.  
Biblioteca Conmemorativa Orton. Apartado 7170-1002.  
Tel: (506) 556-0501  
E-mail: bibliot@catie.ac.cr

**CIFOR, (Indonesia); CATIE (Costa Rica). 2000. Almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad por medio de actividades forestales en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Serie técnica No. 314. 71p.**

El libro buscó analizar las actividades forestales con Pago de Servicios Ambientales (PSA) y los riesgos asociados en conservación de la biodiversidad y fijación y almacenamiento del carbono, así como el impacto social y económico que generan. Se analizaron las actividades de protección y manejo de bosque, plantaciones forestales y pastos como actividad alternativa.

Dirección: CATIE. Biblioteca Conmemorativa Orton.  
Apartado 7170-1002.  
Tel: (506) 556-0501  
E-mail: bibliot@catie.ac.cr



# Calendario de actividades



REGIÓN  
CENTROAMERICANA

## Primer Congreso Latinoamericano "Retos y perspectivas del Desarrollo Rural: para alcanzar la equidad de género"

**Descripción:** Se discutirán temas como desarrollo rural con enfoque de género; enseñanza e investigación para el desarrollo rural; planeación y políticas públicas y programas alternativos de ONG's para alcanzar la equidad; los derechos de las mujeres rurales; tecnología y producción para alcanzar la equidad en el desarrollo rural.

**Costo:** Inscripción US \$2000. Incluye: asistencia y participación al congreso, material, alojamiento 3 noches en habitación doble en las instalaciones del CATIE, 2 cenas y almuerzos y transporte Aeropuerto - CATIE - Aeropuerto.  
**Fecha:** Del 18 al 20 de abril de 2001

**Lugar:** Costa Rica

**Información:** Lic. Estela Alemán. Proyecto SIMO, Nicaragua. E-mail: csimo@tmx.com.ni

## Simposio internacional sobre sistemas silvopastoriles y segundo congreso sobre agroforestería y producción ganadera en América Latina

**Descripción:** Los objetivos de este simposio son: documentar y diseminar el conocimiento actual sobre tecnologías silvopastoriles tradicionales y mejoradas, especialmente para recuperar ecosistemas de pasturas tropicales degradados; promover la cooperación interdisciplinaria entre individuos e instituciones en investigación silvopastoril; e identificar las prioridades de investigación.

**Fecha:** Del 3-7abril, 2001. En el Hotel Herradura, San José, Costa Rica

**Costos:** La cuota de inscripción es de US\$200; que incluye los documentos del simposio, refrigerios, copia de las memorias, recepción y cena durante el simposio. Estudiantes de pre/postgrado cuota de US\$100.

**Información:** Ariadne Jiménez, secretaria del Simposio.

Apdo. 44-7170 Turrialba, Costa Rica.  
Tel: (506) 5561789 Fax: (506) 5561576  
E-mail: ajimenez@catie.ac.cr

## Cursos • seminarios • talleres • reuniones

### Agroecología 2001

#### Análisis de agroecosistemas Tropicales con un enfoque ecológico

**Descripción:** Es un curso de campo a nivel de posgrado. Su meta es promover un marco teórico de los procesos ecológicos en relación con el manejo de sistemas agrícolas y métodos prácticos para estudios científicos de agroecología. Posibilidad de becas.

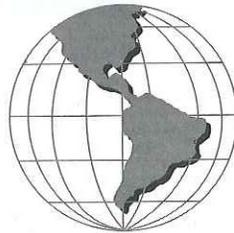
**Costo:** US\$2700 (matrícula, materiales y equipo).

**Fecha límite:** 31 de enero 2001. Curso del 29 de julio al 9 de agosto del 2001.

**Lugar:** Costa Rica.

**Información:** Organización para Estudios Tropicales

Apdo. 676-2050 San Pedro, Costa Rica  
Tel: (506) 240-6696 Fax: (506) 240.6783  
E-mail: academic@ots.ac.cr  
Http://www.ots.ac.cr



## OTROS LUGARES DEL MUNDO

### Ordenación local de árboles y bosques para el uso sostenible de tierras

**Descripción:** Brindar instrumentos y conocimientos técnicos que permitan abordar eficientemente los temas de silvicultura comunitaria  
**Fecha:** Del 9 de setiembre al 8 de diciembre 2001

**Costo:** NLG 10 000

**Lugar:** Wageningen, Países Bajos

**Información:** Nan van Leeuwen, IAC - International Agricultural Centre, Lawickse Allee 11,6701 AN Wageningen. P.O.Box 88, NL6700 AB

Fax: 31 (0)317-495395

E-mail: w.j.vanleeuwen@iac.agro.nl

### Primer seminario de educación ambiental

**Descripción:** La Universidad Nacional de San

Luis Gonzaga de Ica, con el auspicio del PNUMA convoca a las universidad iberoamericana, educadores, científicos y expertos en desarrollo sustentable a participen en el Primer Seminario Internacional de Educación ambiental.

**Fecha:** Del 16 al 19 de marzo de 2001

**Lugar:** Ciudad de Ica, Perú.

**Información:** Con Yolanda Sotelo y Rolando Reátegui. E-mail: mitya@hotmail.com

### Gerencia del bosque participativo

**Fecha:** Del 5 al 16 de febrero 2001

**Lugar:** Calcutta, Bengala del oeste, la India

**Información:** S. B. Roy, presidente y director. Indian Institute of Bio-Social Research and Development (IBRAD)

3A, Hindustan Road, Gariahat. Calcutta - 700 029 West Bengal, India  
Tel: 0091-33-464-3105/7370 Fax:0091-33-466-6554

E-mail: ibrad@giacsl01.vsnl.net.in

### International Short Course on Forest Genetics and Tree Improvement

El curso corto internacional en genética forestal y curso corto internacional de la mejora del árbol en genética forestal y mejora del árbol (incluye las maderas duras tropicales y los pinos americanos mejicanos y centrales). El curso se impartirá en inglés.

**Fecha:** Del 37 de mayo al 13 de junio del 2001.

**Lugar:** Universidad de Carolina del Norte, Raleigh, Estados Unidos.

**Costo:** US \$1800.

**Información:** Susan Moore

Tel: 919-515-3184 Fax: 919-515-6883

E-mail: susan\_moore@ncsu.edu

Http:// www.ces.ncsu.edu/nreos/forest/feop/ifg2000.html

### Becas OIMT

**Descripción:** La Organización Internacional de las Maderas Tropicales ofrece becas para fomentar el desarrollo de recursos humanos y fortalecer la formación de profesionales en silvicultura tropical y disciplinas afines.

**Fecha:** Las solicitudes se evalúan en mayo y noviembre de cada año

**Información:** Dra. Chisato Aoki, Programa de Becas, OIMT

Fax: 81 45 223 1111

E-mail: itto@mail.itto-UNET.OCN.NE.JP

# Cuencas hidrográficas: un área de interés forestal

Alexandra Cortés

El paso del huracán Mitch por Centroamérica ilustró la extrema vulnerabilidad que tienen los países del istmo ante los desastres naturales. En tan sólo una semana desnudó la realidad de nuestros pueblos: dejó un saldo de unos 26 mil muertos y desaparecidos, dos millones y medio de damnificados, destruyó puentes, carreteras y plantaciones, principalmente en Nicaragua y Honduras, las dos naciones más pobres de la región.

Una de las grandes lecciones dejadas por Mitch -el peor desastre natural registrado en el istmo en 200 años- fue la necesidad de fortalecer a los gobiernos locales y a la sociedad civil, para que sean capaces de responder rápida y efectivamente ante una crisis.

En este rubro, a principios del año 2000 el CATIE diseñó el programa "Fortalecimiento de la capacidad local para el manejo de cuencas y la prevención de desastres", FOCUENCAS, para desarrollar y organizar más eficientemente el manejo integral de cuencas en beneficio de las comunidades; además formará profesionales de maestría en manejo integrado de cuencas. Este programa es financiado por el gobierno Sueco, a través de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional, ASDI, y ejecutado por el CATIE en Costa Rica, Honduras y Nicaragua.

El tema de cuencas no es un área nueva en el CATIE. Sin embargo, el centro concluyó con esta temática en 1995, al terminar el apoyo económico de la Agencia Internacional para el Desarrollo, AID. Ahora en el 2000, empezaron las actividades para FOCUENCAS; se desea proyectar con más fuerza, crear una visión de cuencas e integrarla dentro de las otras disciplinas de CATIE.

Cuencas hidrográficas y el sector forestal, ¿cómo se integra? Para responder ésta y otras inquietudes conversé con el Dr. Bommat Ramakrishna, especialista en desarrollo rural y profesor investigador asociado del CATIE.

**Dr. Bommat, el CATIE ha colaborado en los últimos 10 años en más de 20 proyectos sobre cuencas en América Central ¿ trae FOCUENCAS nuevas áreas de trabajo?**

Sí. Queremos ahora revertir las responsabilidades al gobierno local, que sean las municipalidades las que tomen la iniciativa del ordenamiento territorial, las que velen más por las actividades económicas y por el respeto a las leyes sobre recursos naturales. Claro, todo esto dependerá de su capacidad técnica, humana y económica. Hay países que tienen leyes pero no las cumplen, ni se hacen esfuerzos concertados para que se cumplan. Además, muchas de ellas no tienen recursos (humanos ni financieros) y en algunas hay serios vacíos en la interpretación de leyes.

También, tenemos que trabajar con las industrias que tienen que ver con la calidad y cantidad del agua. Antes no teníamos que ver con la calidad de agua, lo hablábamos pero no era prioridad. El proyecto en Honduras y Nicaragua junto con la maestría de cuencas hidrográficas que estamos ofreciendo aquí en el CATIE desde este año (año 2000) tiene que ver con escenarios de prevención de desastres, cómo manejarlo, áreas vulnerables y de qué manera mitigar la emergencia donde hay más recurrencia.

Ya no es sólo llegar a trabajar con los pequeños productores, debemos ver el resto del entorno. Hay actividades que no necesariamente tienen que ver con el agro, como el turismo, la industria, el sector privado en general y debemos trabajar en conjunto con ellos también. La meta es muy ambiciosa; se quiere trabajar con 100 municipalidades y estamos buscando la estrategia para hacerlo. Los dos primeros años serán una especie de ensayo de nosotros mismos para trabajar con microcuen-

*"Falta visión de cuencas. No es lo mismo reforestar en una planicie o en un bosque que en las orillas de un río. Ahí se necesitan ciertas especies que le den sostenibilidad al suelo, que prevengam el deslizamiento"*  
Dr. Ramakrishna

cas. Y en 5 años (FOCUENCAS) debe caminar por sí solo.

**¿Cómo superar esta barrera que han encontrado en las municipalidades precisamente para lograr este fortalecimiento comunitario que se desea?**

Nos preocupa empezar un trabajo cuando hay tanta debilidad en las municipalidades, pero es parte de nuestros objetivos. Es una tarea difícil y delicada porque estos consejos municipales son -muchas veces- entes políticos. Se debe tener claro que es un proceso nuevo para ellos también y que no podemos perder la perspectiva de su contexto social, político y económico, sobretodo de Nicaragua y Honduras, países que han tenido conflictos internos, conflictos que no han dado cabida a una clara organización social local.

¿Cómo lograrlo entonces? La capacitación es clave. Las instituciones locales deben aprender a trabajar con base en las cuencas hidrográficas. Es preciso crear educación alrededor del concepto de cuenca. Necesitamos mayor planificación y articulación en las grandes cuencas con proyectos hidroeléctricos y con proyectos de riego que tienen las comunidades. Queremos lograr un impacto positivo y significativo, y lo lograremos cuando las comunidades manejen sus propios recursos.

Tenemos que empezar de abajo; cada cuenca es diferente, como un individuo, con sus propios problemas y soluciones; cada una tiene su configuración espacial, forestal, unas tienen ríos otras lagos. Y para darle trato diferente hay que ir y trabajar con lo que hay, según las necesidades.

Los estudiantes que están llevando la maestría, ya los que empezaron este año, tienen esa tarea. Esperamos sus tesis, sus investigaciones, sus resultados; esto nos indicará algunas pautas, como la forma de hacer sostenible es-

*Primera generación de la Maestría Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas, financiada por FOCUENCAS.*



te proyecto y que sea sostenible incluso dentro de las comunidades.

**FOCUNECAS tiene reservados 990 mil dólares para becar a estudiantes que opten por la maestría de manejo de cuencas hidrográficas; un total de 30 becas. Si el objetivo es fortalecer la capacidad técnica regional, entonces durante los dos años que dura la maestría, los estudiantes estarán en contacto permanente con algunas de las cuencas del área.**

Sí. Hace poco hicimos una gira a la Cuenca del río Caldero en la ciudad de Boquete, provincia de Chiriquí, Panamá. ¡Fue sorprendente! Nosotros habíamos trabajado en esa cuenca años atrás y sólo íbamos a verla. Pensé que no iba a encontrar nada diferente porque ni si-

quiera dimos seguimiento; cuando llegamos nos esperaba un grupo grande de gente, incluido el Alcalde y la junta técnica de la comunidad. Ahora ellos reciben apoyo financiero del sector privado. Eso quiere decir que, el trabajo que dejamos significó que en Boquete ya no hay inundaciones, ni pérdida de vidas humanas; además se redujo la sedimentación y la calidad de agua ha mejorado por el procesamiento de la pulpa del café. Dejamos al gobierno local trabajando. Hoy tienen actividades en educación ambiental y salud, y ahora quieren firmar un nuevo convenio con CATIE. Fue importante que los alumnos de esta primera generación vieran esta motivación de la gente, porque son ellos

los que deben elaborar sus investigaciones con base en estas cuencas. Nosotros no tenemos que empezar de cero, ya hemos recorrido camino en cuencas de Centroamérica; ahora una de las tareas es evaluar que dejamos hace 5 años. Esa será parte de las tareas de los estudiantes.

**Cuencas es un área bastante grande, que integra también otras disciplinas. ¿Podríamos decir entonces que cuencas es también de interés forestal?**

¡Por supuesto! pero hay muy poco hecho en conjunto. Pero no es lo mismo reforestar en una planicie, en un bosque, en una montaña, que en las orillas de un río. Ahí se necesitan ciertas especies que le den sostenibilidad al suelo, que prevengan el deslizamiento. Hay que diferenciar el tratamiento, el recurso hídrico se comporta diferente en cada caso. Se requiere sostenibilidad ecológica. No se pueden plantar especies ajenas a la cuenca, deben integrarse a su propio ecosistema, deben de ser propias del lugar; además, hay que prestar atención, no todas las especies se pueden utilizar para la retención y mantenimiento del agua.

Hasta el momento no hay una visión de cuencas dentro del ámbito forestal y se necesita para prevenir inundaciones, deslizamientos y posibles catástrofes, como la que se vivió con el huracán Mitch.

## Los jardines botánicos del CATIE

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, cobija dentro de su sede valiosas colecciones de cultivos comestibles y frutales, colecciones mixtas y de árboles maderables. En total se cuenta con más de 5 400 introducciones de más de 300 especies de plantas.

Desde 1950 el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) y a partir de 1973, el CATIE ha dedicado acciones de exploración, colección y conservación de germoplasma exótico y autóctono del trópico; con este fin se realizaron introducciones y duplicados de plantas del continente americano. Estos grupos de plantas ofrecen un gran valor científico y educacional; en áreas pequeñas permiten el establecimiento de un gran número de especies con alta variabilidad y de fácil manejo.

Dentro de las colecciones se encuentran: la colección internacional de cacao -considerada una de las más importantes en América Tropical y el mundo-; una colección de café de 1765 introducciones; una colección de pejobay con 900 introducciones origina-

rias de Costa Rica, Panamá y América del Sur; colecciones de especies frutales con aproximadamente 250 introducciones de macadamia, guayaba, achiote, litch, bananos, plátanos, entre otros.

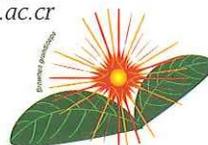
Hoy, la autosostenibilidad es una de las metas que se persiguen, para lograrla se están promoviendo visitas guiadas -con facilidades de alojamiento- convenios y nuevas acciones de cooperación, como la que recién se estableció con el Jardín Botánico de Georgia, Estados Unidos.

¡Esperamos también su colaboración!

**Mayor información:**

Rossana Lok de Ferreira,  
Coordinadora Comité Jardines-CATIE  
Tel: (506) 558-2551  
Fax: (506) 556-6166  
E-mail: rlok@catie.ac.cr

El próximo año se dará un homenaje a una de las personalidades que más contribuciones ha brindado a los jardines: el botánico Dr. Jorge León, quién con gran visión y ahínco preparó en 1979 el primer listado de las especies conservadas y sigue hoy contribuyendo con los Jardines Botánicos del CATIE.



Jardín Botánico  
CATIE

# Revista Forestal Centroamericana

[rforesta@catie.ac.cr](mailto:rforesta@catie.ac.cr)

## Guía de autores

Brinda una perspectiva regional sobre la conservación, manejo, bienes y servicios de bosques naturales y artificiales, especies, biodiversidad y aprovechamiento de los recursos naturales. Aborda una variedad de aspectos como problemas forestales y ambientales de la región, silvicultura, plantaciones, economía, género, taxonomía, y genética forestal, entre otros.

Su objetivo es contribuir al desarrollo rural sostenible de América Central, en el ámbito local, nacional y regional, divulgando informes de comunicación técnica; experiencias técnico-prácticas; resultados de investigaciones; opiniones críticas acerca de los recursos naturales, ambiente y desarrollo rural; guías técnicas; adaptaciones de tesis; ponencias o informes técnicos presentados en reuniones o talleres de trabajo; y las principales noticias sobre actividades en la América Tropical.

Puede enviar su artículo por correo electrónico a: [rforesta@catie.ac.cr](mailto:rforesta@catie.ac.cr) o a la dirección postal CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica. Si escoge este medio, por favor adjunte su copia en disquete guardado en el procesador de texto "Word".

### Presentación de los escritos

- a. El texto debe ser en español, de párrafos cortos, concretos y acompañados de la literatura que apoye el fundamento de su ponencia.
- b. Los artículos de referencia deberán ser inéditos y contener información suficiente para que el lector(a) pueda evaluar las observaciones, repetir los experimentos y evaluar si los datos justifican las conclusiones del autor.
- c. Título claro, breve y preciso; debe indicar el país o área de estudio donde se realizó.
- d. Cada artículo deberá ir acompañado por; al menos, dos fotografías que ilustren el escrito. Por una cuestión de calidad, toda fotografía debe ser enviada en papel fotográfico o diapositiva; también puede ser enviado por vía electrónica, con una resolución mínima de 225 dpi y un ancho de 12 centímetros como mínimo; guarda en formato jpg o tif.
- e. Todos los gráficos deben venir con su tabla de datos.
- f. Cada material ilustrativo -gráficos, dibujos, mapas, cuadros, diagramas y fotografías- deberá traer su correspondiente pie de foto (imagen) e indicar los derechos de autor o fuente.
- g. El autor debe indicar su nombre y apellido, identificación plena de la institución donde trabaja, dirección permanente (apartado postal, teléfono, fax y correo electrónico).
- h. Debe incluirse -al final del artículo- sólo la literatura que se menciona en el escrito, por orden alfabético de autores. Los datos esenciales de una cita bibliográfica son: autor (personal o corporativo), año de publicación, título del trabajo, lugar de publicación, institución o casa editora, páginas que cubre el trabajo o número de páginas utilizadas.
- i. Las contribuciones pueden ser enviadas para su publicación en: Foro, Comunicación técnica, Experiencias, o Actualidad.

### Revisión y edición

La revista cuenta con un Comité Editorial Operativo (CEO) que analiza los artículos en su formato y presentación. CEO asigna al menos dos revisores técnicos para la evaluación del escrito. Con base en los criterios de los revisores, el comité toma la decisión de aprobar o no el material. Asimismo, CEO puede sugerir al autor adiciones o modificaciones que ayuden a la claridad y comprensión del texto para posteriormente definir fecha de publicación.

### Foro

- a. Artículos de crítica sobre temas de actualidad o innovadores.
- b. Extensión de 3 a 8 páginas a doble espacio (incluido el material ilustrativo).

### Comunicación Técnica

- a. Extensión de 8 a 13 páginas, escritas a doble espacio (incluido el material ilustrativo).
- b. Se requiere un resumen en inglés y otro en español con un máximo de 200 palabras sobre los aspectos más relevantes de la metodología y los resultados.
- c. La introducción presentará los antecedentes, naturaleza y alcance del problema, importancia de lo que se estudio, objetivos y límites del trabajo, métodos empleados y las razones para elegir un método determinado.
- d. En materiales y métodos la finalidad principal es describir y detallar la metodología, técnicas y materiales empleados.
- e. En los resultados se espera que los autores den a conocer los resultados, tanto positivos como desfavorables, de su investigación. Esta sección contiene dos componentes: descripción amplia de las observaciones o experimentos y la presentación de los datos.
- f. La discusión y conclusiones deben contener el análisis e interpretación de los resultados; además, exponer las consecuencias teóricas del trabajo y sus posibles aplicaciones o implicaciones prácticas. Deberá mostrar cómo los resultados concuerdan (o no) con publicaciones anteriores.

### Experiencias

- a. Extensión de 3 a 10 páginas, escritas a doble espacio incluyendo el material ilustrativo.
- b. Los escritos deberán responder a ¿qué? ¿quién? ¿cómo? ¿dónde? por qué? y ¿para qué?
- c. Es vital destacar los logros de la experiencia y también los desaciertos, así como lecciones aprendidas.
- d. Debe describir las actividades y experiencias obtenidas en el campo y su aplicabilidad.

### Actualidad

Puede enviar información de actualidad, noticias cortas, publicaciones recientes, actividades, premios recibidos, etc. El objetivo de esta sección es dar a conocer el trabajo regional y las diferentes iniciativas que surgen en los países del istmo o fuera de sus fronteras.